

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MOISÉS UBIRATÃ SCHMITZ NUNES

O CONHECIMENTO ECOLÓGICO DE PESCADORES SOBRE
A REPRODUÇÃO E MIGRAÇÃO DOS RECURSOS
PESQUEIROS EM UM ECOSSISTEMA COSTEIRO
SUBTROPICAL DO ATLÂNTICO SUL

CURITIBA

2020

MOISÉS UBIRATÃ SCHMITZ NUNES

O CONHECIMENTO ECOLÓGICO DE PESCADORES SOBRE
A REPRODUÇÃO E MIGRAÇÃO DOS RECURSOS
PESQUEIROS EM UM ECOSSISTEMA COSTEIRO
SUBTROPICAL DO ATLÂNTICO SUL

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação
em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências
Biológicas, Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do título de
Doutor em Ecologia e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro
Co-orientador: Prof. Dr. Renato Azevedo Matias Silvano

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Nunes, Moisés Ubiratã Schmitz.

O conhecimento ecológico de pescadores sobre a reprodução e migração dos recursos pesqueiros em um ecossistema costeiro subtropical do atlântico sul. / Moisés Ubiratã Schmitz Nunes. – Curitiba, 2020.

92 f. : il.

Orientador: Luís Fernando Fávaro.

Coorientador: Renato Azevedo Matias Silvano.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

1. Peixe - Ecologia. 2. Peixe - Reprodução. 3. Crustáceo. 4. Pesca artesanal - Pescadores. 5. Estuários – Paranaguá (PR). I. Título. II. Fávaro, Luís Fernando. III. Silvano, Renato Azevedo Matias. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

CDD (20. ed.) 639.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO - 40001016048P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Tese de Doutorado de **MOISES UBIRATA SCHMITZ NUNES**, intitulada: **O CONHECIMENTO ECOLÓGICO DE PESCADORES SOBRE A REPRODUÇÃO E MIGRAÇÃO DOS RECURSOS PESQUEIROS EM UM ECOSISTEMA COSTEIRO SUBTROPICAL DO ATLÂNTICO SUL**, sob orientação do Prof. Dr. LUIS FERNANDO FÁVARO, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 28 de Fevereiro de 2020.

ANDRE ANDRIAN PADIAL
Presidente da Banca Examinadora

EMÍLIO LEITE DE ARAÚJO MONTEIRO FILHO
Avaliador Externo (DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA - UFPR)

GUSTAVO HALLWASS
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ)

ALPINA BEGOSSI
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS)

CARLOS VINÍCIUS DA CRUZ WEISS
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu gostaria de agradecer a todos os 132 pescadores artesanais que participaram deste estudo, os verdadeiros protagonistas e detentores do conhecimento ecológico local. Muito obrigado! Eu agradeço o auxílio das colônias de pescadores dos municípios de Pontal do Paraná, Paranaguá, Antonina e Guaraqueçaba, que contribuíram com a indicação de potenciais comunidades e pescadores participantes e com a organização de encontros e reuniões para apresentação e discussão de resultados do projeto de pesquisa.

Agradeço aos pescadores artesanais e associações de moradores das comunidades: de Antonina - Ilha do Teixeira, Ponta da Pita e Porto do Cabral; de Paranaguá - Ilha dos Valadares e Ponta de Ubá; de Pontal do Paraná - Shangrilá, Barrancos, Vila do Maciel, Pontal do Sul e Pontal 2; e das comunidades de Guaraqueçaba - Ilha das Peças, Costão, Ilha Rasa, Guapicum, Vila do Itaqui, Tibicanga, Bertioga e Barra do Superagui. Agradeço também ao movimento dos pescadores artesanais (MOPEAR), pela disponibilidade de diálogo e cooperação.

Na parte acadêmica e também para a vida, eu agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro por todo apoio, disponibilidade e comprometimento com o projeto. A todos os colegas do Laboratório de Reprodução de Comunidades de Peixes da UFPR pela convivência e aprendizagem compartilhada.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Renato Azevedo Matias Silvano pela disponibilidade e pela base robusta dos seus estudos em Etnoecologia. Também agradeço aos colegas do laboratório de Ecologia Humana e de Peixes da UFRGS, em especial para Bruna Moraes que auxiliou na fase inicial do projeto.

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da UFPR, aos meus colegas e professores do PPGECO pela convivência e conhecimento compartilhado e apoio prestado ao projeto de pesquisa, muito obrigado! A CAPES pela bolsa de doutorado, que foi fundamental para a minha manutenção financeira no período.

Agradeço também ao Prof. Dr. Henry Louis Spach, ao Dr. Marcelo Soeth e todos os pesquisadores, funcionários e alunos do Centro de Estudos do Mar (UFPR), pelo apoio e acolhida nos dois anos vividos em Pontal do Sul. Aos

marinheiros e barqueiros do Centro de Estudos do Mar, pelo apoio logístico durante as saídas de campo.

Ao meu colega de biologia marinha e colaborador, Me. Olímpio Rafael Cardoso, pela contribuição fundamental com as análises utilizando o ArcGIS.

Ainda, eu agradeço a equipe de funcionários da APA de Guaraqueçaba e do PARNA do Superagui, do ICMBio, pelo apoio a pesquisa e pelo alojamento concedido durante as saídas de campo do projeto e durante as devolutivas aos pescadores.

E finalmente, um agradecimento especial a minha companheira Francine Dearmas Oliveira pela compreensão e apoio nas horas mais difíceis. A minha mãe Neli Teresinha Schmitz, pelo apoio incondicional, e a toda a minha família, que foi a minha base nessa jornada.

MUITO OBRIGADO!

PREFÁCIO

Inicialmente, eu destacarei a importância dos estudos em etnoecologia para a minha carreira acadêmica, tendo como desfecho a confecção desta tese de doutorado em Ecologia e Conservação. Eu descobri meu fascínio pela etnoecologia ainda na graduação, ao realizar estágio em um projeto orientado pelo Professor Dr. Renato Azevedo Matias Silvano, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, uma das referências da área no Brasil (Silvano et al., 2006). Desde então, venho desenvolvendo projetos de pesquisa em ecologia de peixes e invertebrados bentônicos, com interesse especial pelo conhecimento ecológico local (CEL) de pescadores artesanais.

A maior parte do que eu aprendi sobre a biologia e ecologia dos peixes e invertebrados, durante a minha carreira acadêmica, eu devo ao conhecimento dos pescadores com quem eu trabalhei. Meu interesse sobre a pesca veio antes da minha formação acadêmica, vem da prática, de uma relação de família durante a minha infância, sendo inicialmente mais um lazer do que uma atividade profissional. Essa experiência pessoal compartilhada com os pescadores artesanais com quem eu trabalhei e somada ao conhecimento das ciências que estudam o saber tradicional, a ecologia das espécies e dos ecossistemas, constituem a etnoecologia apresentada nesta tese de doutorado.

Durante o meu mestrado, tive a oportunidade de estudar o conhecimento ecológico de pescadores sobre a migração de peixes no rio Tapajós, na Amazônia. Essa experiência proporcionou novas observações, firmou algumas convicções e ao mesmo tempo gerou mais questões a serem respondidas durante o meu desenvolvimento acadêmico. Publicamos um artigo sobre o tema da dissertação de mestrado durante o período do meu doutorado, em um periódico de alcance internacional (Nunes et al. 2019). Essa base adquirida se refletiu na presente tese de doutorado como uma continuidade desse processo de pesquisa. Neste sentido, foi fundamental a disponibilidade do meu orientador Professor Dr. Luís Fernando Fávaro, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela total autonomia que a mim foi concedida para a definição do tema a ser investigado. No final do processo, o que observamos é uma relação direta do tema desta tese com o tema central de investigação do nosso laboratório de pesquisa sobre reprodução e comunidades de peixes da UFPR.

Durante toda essa jornada, tivemos vários acertos e também alguns erros. Destacando o saldo bastante positivo e para finalidade deste prefácio, talvez o acerto de maior prevalência para a consistência desta tese seja a continuidade do trabalho desenvolvido, em uma mesma linha de pesquisa, desde o final da minha graduação. Várias foram as experiências adquiridas no período, acadêmicas e profissionais, mas eu tive a oportunidade de manter como principal linha de investigação a etnoecologia de pescadores. Esse acúmulo de experiência em uma mesma linha de pesquisa gerou os principais questionamentos respondidos por esta tese.

Este estudo demonstrou que os pescadores possuem um conhecimento detalhado sobre aspectos reprodutivos de diversos recursos pesqueiros analisados, de diferentes grupos taxonômicos, o que pode auxiliar na conservação e no manejo das espécies exploradas, possibilitando o uso sustentável dos recursos pesqueiros. Através do uso de sistema de informação geográfica (SIG), como ferramenta para acessar o CEL de pescadores, foi possível identificar a rota migratória dos recursos pesqueiros e quantificar espacialmente a coesão de respostas dos participantes. As informações sobre a migração dos recursos pesqueiros geradas neste estudo e a abordagem metodológica utilizada devem ser consideradas em estudos futuros sobre etnoecologia e a biologia dos recursos pesqueiros, na elaboração de políticas voltadas a conservação dos estoques, como períodos de defeso ou áreas marinhas protegidas, ou ainda em estudos de impactos ambientais de empreendimentos e obras de infraestrutura.

A tese foi dividida em dois capítulos em formato de artigos científicos: o primeiro abordando o CEL de pescadores sobre a reprodução de cinco recursos pesqueiros do Complexo Estuarino de Paranaguá e a sua zona costeira adjacente; e o segundo abordando o etnomapeamento e a migração dos recursos pesqueiros no mesmo ecossistema. A tese também conta com material suplementar em anexo, como questionários utilizados, catálogo de imagens e dados e informações complementares. Para quem está iniciando com a pesquisa em etnoecologia ou pretende saber mais sobre os nossos métodos, pode ser bem interessante.

REFERÊNCIAS

- Nunes, M. U. S., G. Hallwass, & R. A. M. Silvano, 2019. Fishers' local ecological knowledge indicate migration patterns of tropical freshwater fish in an Amazonian river. *Hydrobiologia* 833: 197-215.
- Silvano, R. A. M., P. F. L. MacCord & A. Begossi, 2006. When does this fish spawn? Fishermen's local knowledge of migration and reproduction of Brazilian coastal fishes. *Environmental Biology of Fishes* 76: 371-381.

RESUMO

Estudos baseados no conhecimento ecológico local (CEL) de pescadores vêm contribuindo de forma efetiva para melhorar a compreensão sobre a ecologia dos recursos pesqueiros. Contudo, a aplicação dos resultados de pesquisas etnoecológicas ainda é insuficiente, o que pode estar relacionado com a dificuldade em se obter informações quantitativas a partir do conhecimento tradicional. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi apresentar aspectos sobre a reprodução e migração de recursos pesqueiros, a partir de uma abordagem quali-quantitativa baseada no CEL de pescadores. Adicionalmente, buscamos compreender quais características dos participantes foram determinantes para as informações obtidas. No total, 132 pescadores artesanais de 17 comunidades do Complexo Estuarino de Paranaguá e região costeira adjacente foram entrevistados, sendo que 39 participaram do processo de etnomapeamento. No primeiro capítulo foram apresentadas informações sobre a reprodução de quatro espécies de peixes (*Genidens barbatus*, *Centropomus parallelus*, *Chaetodipterus faber*, *Pseudobatos* sp.) e do camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*). No segundo capítulo, foram descritos os principais aspectos relacionados a migração destes recursos pesqueiros, com a exceção de *Pseudobatos* sp. e a inclusão de *C. undecimalis*, por meio do etnomapeamento baseado em sistema de informação geográfica (SIG). Ainda, uma consulta à literatura científica deu suporte ao desenvolvimento teórico de todo o trabalho e auxiliou na análise comparativa com os resultados das entrevistas realizadas. A abordagem baseada no CEL gerou informações sobre aspectos reprodutivos e a migração dos recursos pesqueiros. Além disso, características dos participantes, tais como o local de moradia e a atividade de evisceração do pescado, se mostraram importantes para o conhecimento ecológico dos pescadores. As informações apresentadas neste estudo, quando comparadas com aquelas obtidas na literatura científica, foram equivalentes na maior parte dos casos, e ainda, novos resultados sobre a reprodução e migração das espécies foram obtidos. Portanto, recomendamos a utilização da abordagem baseada no CEL, para melhorar a compreensão sobre a ecologia dos recursos pesqueiros e auxiliar no processo de elaboração dos planos e aperfeiçoamento do conjunto de normas aplicadas ao manejo e a conservação das espécies exploradas.

Palavras-chave: etnoecologia, biologia reprodutiva, conhecimento tradicional, etnomapeamento, gestão pesqueira

ABSTRACT

Studies based on fishers' local ecological knowledge (LEK) have contributed effectively to improve the understanding about the ecology of fishery resources. However, the application of ethnoecological research results still limited to a few cases, which may be related to the difficulty in to obtain quantitative information from traditional knowledge. In this context, our objective was to present aspects about the reproduction and migration of fishery resources, from a quali-quantitative approach based on fishers' LEK. Additionally, we aimed to understand which characteristics of the participants were important to the information obtained about reproduction, and we also used GIS techniques to access LEK about migratory behavior of fishery resources. We interviewed 132 artisanal fishers from 17 communities of the Paranaguá Estuarine Complex and the adjacent coastal area. 39 of these fishers participated in the ethnomapping process. The first chapter presents information on the reproduction of four fish species (*Genidens barbus*, *Centropomus parallelus*, *Chaetodipterus faber*, *Pseudobatos* sp.) and the white shrimp (*Litopenaeus schmitti*). The second chapter presents the main aspects related to the migration of the fishery resources, the results on composition images in geographic information system (GIS). And yet, a consultation of the scientific literature supported the theoretical development of all this work and helped in the comparative analyzes. The approach based on LEK generated information on reproductive aspects and migration of fishery resources. In addition, characteristics of the participants, such as site of residence and the fish evisceration, were related to the fishers' knowledge. The information presented in this study, when compared with that obtained in the scientific literature, was equivalent in most cases and also new results on species reproduction and migration were obtained. Therefore, we recommend using the approach based on fishers' LEK to improve the understanding about the ecology of fishery resources and to support the process of designing protected areas and refining the set of rules applied in fisheries management and conservation.

Keywords: ethnoecology, fish reproduction, fish migration, fisheries management, geographic information system

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I: O conhecimento ecológico de pescadores sobre a reprodução dos recursos pesqueiros em um ecossistema costeiro subtropical do Atlântico Sul

- Figura 1. Mapa da área de estudo com a localização das comunidades analisadas, distribuídas em quatro baías e duas zonas costeiras adjacentes. Cada símbolo indica cada uma das seis zonas, estabelecidas de acordo com o local de moradia dos participantes. O nome e a localização das comunidades estão disponíveis na figura como material suplementar (Anexo I).....24
- Figura 2. Frequência percentual (%) de respostas dos pescadores (eixo y) sobre a ocorrência de dimorfismo sexual nas espécies estudadas (eixo x). Número total de respostas sobre a reprodução: *G. barbatus* (n=89); *C. parallelus* (64); *C. faber* (39); *Pseudobatos* sp. (34) e *L. schmitti* (36).....29
- Figura 3. Frequência percentual (%) de respostas dos pescadores, em relação à presença de fêmeas maduras por ambiente: rios do complexo estuarino (Rios), baías de Paranaguá e Laranjeiras (PGUA), Baía de Guaraqueçaba (GQBA) Baía de Antonina (ANT) Baía dos Pinheiros (PIN) e zona costeira (Costa).....32
- Figura 4. Frequência percentual (%) de respostas dos pescadores em relação ao mês de atividade reprodutiva dos recursos pesqueiros avaliados. a) *G. barbatus*, b) *C. parallelus*, c) *C. faber*, d) *Pseudobatos* sp. e) *L. schmitti*. Barras horizontais cinzas e pretas representam o período e o pico reprodutivo, respectivamente, indicados na literatura que as segue.....33

Capítulo II: Etnomapeamento e o conhecimento ecológico de pescadores sobre a migração dos recursos pesqueiros em um ecossistema costeiro subtropical

- Figura 1. Complexo Estuarino de Paranaguá com as comunidades de pescadores visitadas neste estudo e agrupadas por baía ou zona costeira correspondente (símbolos). Os nomes e a localização das comunidades encontram-se disponíveis como material suplementar (Anexo I).....51
- Figura 2: a) Sazonalidade e sentido da migração reprodutiva de *G. barbatus* segundo as entrevistas com os pescadores (n=77) do Complexo Estuarino da Paranaguá e

área costeira adjacente; b) movimentos migratórios da espécie obtidos através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão na indicação dos movimentos pelos pescadores (n=22).....58

Figura 3. a) Sazonalidade e sentido da migração de *C. parallelus* segundo as entrevistas com os pescadores (n=59) do Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente; b) Frequência das rotas migratórias da espécie obtidas através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão de movimentos migratórios indicados pelos pescadores (n=18).....59

Figura 4. a) Sazonalidade e sentido da migração de *C. undecimalis* segundo as entrevistas com os pescadores (n=44) do Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente; b) Frequência das rotas migratórias da espécie obtidas através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão de movimentos migratórios indicados pelos pescadores (n=8).....60

Figura 5. a) Sazonalidade e sentido da migração reprodutiva de *C. faber* segundo as entrevistas com os pescadores (n=45) do Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente; b) Frequência das rotas migratórias da espécie obtidas através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão de movimentos migratórios indicados pelos pescadores (n=11).....61

Figura 6. a) Sazonalidade e sentido da migração de *L. schmitti* segundo as entrevistas com os pescadores (n=97) do Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente; b) Frequência das rotas migratórias da espécie obtidas através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão nas respostas sobre os movimentos migratórios indicados pelos pescadores (n=23).....62

LISTA DE TABELAS

Capítulo I: O conhecimento ecológico de pescadores sobre a reprodução dos recursos pesqueiros em um ecossistema costeiro subtropical do Atlântico Sul

Tabela 1. Frequência absoluta de respostas dos pescadores sobre a reprodução dos recursos pesqueiros (conhece ou não) pelo local de residência dos participantes, para cada espécie analisada. Baía de Antonina (ANT), Baía de Guaraqueçaba (GQBA), Baía dos Pinheiros (PIN), Baía de Paranaguá e Laranjeiras (PGUA), zona costeira sul (ZCS) e zona costeira norte (ZCN). Teste de independência qui-quadrado (X^2) foi realizado entre todas as regiões.....28

Tabela 2. Recursos pesqueiros, número de pescadores, conhecimento dos participantes (CEL) sobre o tamanho médio (comprimento total em cm) de primeira maturação sexual das fêmeas (L_{50-CEL}) e o valor de L_{50} observado na literatura científica.....30

Capítulo II: Etnomapeamento e o conhecimento ecológico de pescadores sobre a migração dos recursos pesqueiros em um ecossistema costeiro subtropical

Tabela 1. Número de pescadores entrevistados no Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente, sobre a migração dos recursos pesqueiros: bagre-branco - *Genidens barbus*; robalo-peva - *Centropomus parallelus*; robalo-flecha - *C. undecimalis*; paru - *Chaetodipterus faber* e o camarão-branco - *Litopenaeus schmitti*.....56

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I: O conhecimento ecológico de pescadores sobre a reprodução dos recursos pesqueiros em um ecossistema costeiro subtropical do Atlântico Sul..... | 18 |
| RESUMO..... | 19 |
| ABSTRACT..... | 21 |
| INTRODUÇÃO..... | 23 |
| MATERIAIS E MÉTODOS..... | 25 |
| Área de estudo e coleta de dados..... | 25 |
| Consulta a literatura científica..... | 28 |
| Análise dos dados..... | 26 |
| RESULTADOS..... | 29 |
| DISCUSSÃO..... | 35 |
| CONCLUSÃO..... | 40 |
| REFERÊNCIAS..... | 41 |
| CAPÍTULO II: Etnomapeamento e o conhecimento ecológico de pescadores sobre a migração dos recursos pesqueiros em um ecossistema costeiro subtropical..... | 45 |
| RESUMO..... | 46 |
| ABSTRACT..... | 47 |
| INTRODUÇÃO..... | 48 |
| MATERIAIS E MÉTODOS..... | 50 |
| Área de estudo..... | 50 |
| Coletas de dados – entrevistas..... | 51 |
| Análise de dados..... | 53 |
| Etnomapeamento e o uso de SIG..... | 54 |
| RESULTADOS..... | 55 |
| DISCUSSÃO..... | 63 |
| CONCLUSÃO..... | 65 |
| REFERÊNCIAS..... | 67 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 72 |
| REFERÊNCIAS GERAIS..... | 74 |

| | |
|-------------|----|
| ANEXOS..... | 80 |
|-------------|----|

CAPÍTULO I

**O conhecimento ecológico de pescadores sobre a
reprodução dos recursos pesqueiros em um ecossistema
costeiro subtropical do Atlântico Sul**

RESUMO

Estudos baseados no conhecimento ecológico local (CEL) de pescadores vêm contribuindo de forma efetiva para melhorar a compreensão sobre a ecologia dos recursos pesqueiros. Contudo, a aplicação de resultados da pesquisa etnoecológica ainda se limita a poucos casos, sobretudo pelo fato de poucos autores apresentarem abordagens quantitativas, como informações sobre o tamanho de primeira maturação gonadal das fêmeas, comprimento mínimo e máximo dos peixes por local, abundância relativa e taxas de captura ao longo do tempo. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi apresentar aspectos da reprodução de recursos pesqueiros a partir de uma abordagem quali-quantitativa do CEL de pescadores e, ainda, avaliar quais características dos participantes foram importantes para as informações obtidas sobre as espécies (*i.e.* idade, local de residência, prática de evisceração do pescado). Foram entrevistados individualmente 132 pescadores artesanais do Complexo Estuarino de Paranaguá e de sua região costeira adjacente, estado do Paraná, Brasil. Foram obtidas informações sobre a reprodução de quatro espécies de peixes (bagre-branco - *Genidens barbus*, robalo-peva - *Centropomus parallelus*, paru - *Chaetodipterus faber*, raia-viola - *Pseudobatos* sp.) e do camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*), como tamanho de primeira maturação gonadal das fêmeas (L_{50-CEL}), locais de ocorrência e picos reprodutivos. E ainda, uma consulta a literatura científica deu suporte ao desenvolvimento teórico do trabalho e foi utilizada para fins de análise. Os resultados deste estudo demonstraram que os locais de residência dos participantes e a evisceração do pescado foram fatores associados positivamente ao CEL sobre a maioria das espécies, sendo fatores mais importantes do que a idade dos pescadores. O L_{50-CEL} não diferiu significativamente do L_{50} indicado pela literatura científica para a maioria das espécies analisadas. Segundo os pescadores, as espécies de peixes apresentam pico reprodutivo ao final da primavera e no verão (variando de novembro a fevereiro), ao passo que o camarão-branco apresenta maior frequência no final do inverno e início da primavera (entre setembro e outubro). Foi evidenciado que o CEL analisado neste estudo alcançou resultados equivalentes a maior parte dos estudos encontrados na literatura e que utilizaram como método a amostragem biológica. Tais constatações ressaltam a importância de se considerar o CEL de pescadores na gestão pesqueira, além de embasar hipóteses de investigação científica para estudos de biologia reprodutiva

das espécies. Recomenda-se, ainda, que outras características dos pescadores sejam consideradas na pesquisa etnoecológica sobre a reprodução das espécies, como a prática de evisceração do pescado e/ou a localização da residência das comunidades participantes e que futuras pesquisas em etnoecologia possam aprofundar a investigação sobre o perfil dos participantes e a sua relação com o CEL.

Palavras chave: etnoecologia, biologia reprodutiva, conhecimento tradicional, reprodução de peixes, reprodução de crustáceos

ABSTRACT

Studies based on fishers' local ecological knowledge (LEK) have been contributing effectively to improve the understanding about ecology of fishery resources. However, the application of ethnoecological research results still limited to a few cases, especially because not many authors present quantitative approaches, such as information on the size of females' first maturity, minimum and maximum lengths of fish per site, relative abundances and/or catch rates over time. In this context, the objective of this work was to present aspects of the reproduction of fishery resources using a quantitative approach based on fishers' LEK and also evaluate which characteristics of the participants (age, sites of residence, fish evisceration) were important to the information obtained about the species. In a total of 132 artisanal fishers were interviewed in fishing communities of the Paranaguá estuarine complex and its adjacent coastal zone, Parana State, Brazil. Information on reproduction of four fish species (the white catfish - *Genidens barbus*, the fat snook - *Centropomus parallelus*, the Atlantic spadefish - *Chaetodipterus faber*, the guitarfish - *Pseudobatos* sp.) and white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) were obtained as sizes of first maturity of females (L_{50-LEK}), sites of occurrence and seasonality. Also, a consultation of the scientific literature supported the theoretical development and was used for analysis purposes. The results of this study demonstrated that the participants' site of residence and fish evisceration activity were positively related to FEK about most species, being more important factors than the age of the fishers. The L_{50-LEK} did not differ significantly from the L_{50} indicated by the scientific literature for most species analyzed, except for *C. faber* and *C. paralellus* where L_{50-LEK} values were higher. The fish species analyzed showed reproductive peak in late spring and summer (varying from November to February), while *L. schmitti* showed higher frequency in late winter and early spring (between September and October). It was evidenced that the LEK analyzed in this study achieved results equivalent to most of the studies found in the literature and that used biological sampling as a methods. These observations presented may support fisheries management initiatives and reinforce the importance of considering fishers LEK in the discussion of fisheries management, as well as support scientific research hypotheses for reproductive biology studies. We also recommend that other characteristics of fishers should be considered in

ethnoecological research about fish and shrimp reproduction, such as the practice of fish evisceration and the sites of residence of the participating communities, and we suggest that future ethnoecology research may further investigate others factor on participants' profile and its relationship with the LEK.

Keywords: Ethnoecology, Fish reproduction, Shrimp reproduction, Fisheries management, Local ecological knowledge

INTRODUÇÃO

Apesar de se localizarem entre as regiões com maior biodiversidade do planeta, muitos países tropicais não têm informações científicas necessárias à gestão da pesca costeira. Uma alternativa para suprir esta lacuna é utilizar uma abordagem baseada no conhecimento ecológico local (CEL) de pescadores, que vem contribuindo com informações importantes e que podem auxiliar no manejo pesqueiro (e.g. Valbo-Jørgensen & Poulsen, 2000; Aswani & Lauer, 2006; Silvano et al., 2006). Por meio de diferentes métodos, o CEL de pescadores vem gerando informações sobre a distribuição espacial e temporal, sobre a reprodução e migração das espécies (Huntington, 2000; Valbo-Jørgensen & Poulsen, 2000; Silvano & Begossi, 2012; Herbst & Hanazaki, 2014; Hamilton et al., 2012; Le Fur et al., 2011). Não obstante, a ausência de dados em grandes escalas temporais faz com que, muitas vezes, o conhecimento de pescadores anciãos seja a única fonte de informações sobre alterações ambientais e disponibilidade dos recursos pesqueiros (Johannes et al., 2000; Azzurro et al., 2011; Tesfamichael et al., 2014).

Pescadores artesanais da zona costeira brasileira exploram diversas espécies de peixes e invertebrados, sendo que poucas são estudadas em relação à sua autoecologia. Além disso, esses pescadores têm sido negligenciados historicamente no processo de elaboração de normas e práticas governamentais da gestão pesqueira no Brasil, onde se aplicam comumente a gestão do tipo “*top-down*” (Begossi, 1998; 2006; Diegues, 1998; 2008). Este cenário se repete em vários países em desenvolvimento (Ruddle & Hickey, 2008). Begossi & Silvano (2008) apontam a necessidade de precaução na implementação de planos de manejo, principalmente quando poucos dados ecológicos estão disponíveis sobre os recursos pesqueiros. Por isso, a utilização do CEL possibilita expandir o conhecimento sobre a ecologia das espécies, valorizar o conhecimento tradicional dos pescadores artesanais e aumentar a participação comunitária na discussão sobre o manejo e a conservação dos recursos pesqueiros, para alcançar melhores resultados em termos de políticas de gestão pesqueira.

Apesar de muitos avanços e exemplos de aplicação do CEL como ferramenta para acessar informações sobre a ecologia dos recursos pesqueiros, relativamente poucos estudos adotaram abordagens metodológicas quantitativas que forneceram dados como comprimento máximo e mínimo dos peixes por local, abundância

relativa e taxas de captura ao longo do tempo (Tesfamichael et al., 2014; Nunes et al., 2019, Hallwass et al., 2020). Ao conduzir estudos com o CEL de pescadores, a maioria dos pesquisadores usa o critério de entrevistar "especialistas" ou "informantes-chave", muitas vezes adotando a idade ou a experiência de pesca como critério (Davis & Wagner, 2003).

A idade dos pescadores é um critério plausível devido ao acúmulo de experiência de pesca, a observação direta dos recursos pesqueiros explorados e dos ecossistemas. No entanto, o número de informantes "especialistas" geralmente é reduzido em cada comunidade, o que pode tornar a pesquisa essencialmente qualitativa. Além disso, pouca atenção tem sido dada aos fatores ou características dos pescadores que afetam o conhecimento ecológico sobre os recursos pesqueiros (Davis & Wagner, 2003; Silvano et al., 2006; Nunes et al., 2019). Existem outros fatores que podem ser importantes para o CEL sobre a reprodução de espécies, como os locais de residência dos pescadores ou a evisceração de peixes?

Nosso principal objetivo foi acessar o CEL de pescadores para descrever aspectos reprodutivos de cinco recursos pesqueiros do Complexo Estuarino de Paranaguá e sua zona costeira adjacente, incluindo quatro espécies de peixes e um crustáceo: bagre-branco ou "guiri" (*Genidens barbus*), robalo-peva (*Centropomus parallelus*), paru (*Chaetodipterus faber*), raia-viola ou "cação-viola" (*Pseudobatos* sp.) e o camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*). Além disso, objetivamos identificar se outras características dos pescadores podem ser importantes para fornecer informações sobre a reprodução dos recursos pesqueiros e contrastar os resultados obtidos com a literatura.

Foram definidas três questões centrais para serem respondidas: o CEL de pescadores pode fornecer novas informações sobre a reprodução das espécies estudadas, como tamanhos de primeira maturação das fêmeas, sazonalidade e ocorrência de habitat de fêmeas com gônadas maduras, que poderiam ser úteis para melhorar o manejo pesqueiro? Quais atributos dos pescadores (como local de residência, atividade de evisceração e idade) são importantes para a CEL sobre a reprodução dos recursos pesqueiros? Os aspectos reprodutivos indicados pelos pescadores diferem do conhecimento científico disponível na literatura?

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O litoral do estado do Paraná, localizado ao sul do Brasil, possui 98 km de extensão (Bigarella et al., 1978) e apresenta dois importantes sistemas estuarinos: o Complexo Estuarino de Paranaguá, ao norte, e a Baía de Guaratuba, ao sul do litoral. Este estudo contempla a análise de comunidades pesqueiras distribuídas no Complexo Estuarino de Paranaguá e na região costeira adjacente, onde ambientes diversos e dinâmicos estão presentes, como a desembocadura de rios e extensas áreas sujeitas à inundação periódicas de acordo com os ciclos de maré, como marismas e mangues (Lana et al., 2001).

O Complexo Estuarino de Paranaguá está localizado sob as coordenadas 25°15'S / 48°45'W e 25°35'S / 48°10'W, é constituído pelas baías de Antonina, de Paranaguá, das Laranjeiras, de Guaraqueçaba e de Pinheiros (SPVS, 1992). Este complexo estuarino encontra-se dividido em dois eixos principais de orientação, sendo o eixo Leste-Oeste, com aproximadamente 56 km de comprimento, e o eixo Norte-Sul, com cerca de 30 km de comprimento (Andriguetto Filho et al., 2006; Fig. 1). Esta região é habitada por um elevado número de pescadores (aproximadamente 3.705), que tem a pesca como base de sua economia (Mendonça et al., 2017).

Coleta de dados

O universo amostral deste estudo foi constituído por 132 pescadores que foram submetidos às entrevistas, distribuídos em seis zonas na região do estuário e área costeira adjacente, agrupadas de acordo com a localização das comunidades dos participantes. A busca pelos pescadores entrevistados foi realizada em visitas e consultas prévias às lideranças das associações e comunidades pesqueiras. Durante essas visitas e reuniões, foi solicitado o consentimento da comunidade para participar do estudo, assim como o consentimento individual livre e esclarecido de cada pescador entrevistado, respeitando os direitos de consulta prévia dessas populações estabelecidos pela Convenção da Organização Internacional do Trabalho (OIT) 169, sobre Povos Indígenas e Tribais, e de acordo com a Lei nº 13.123/15 (Brasil, 2015), que estabelece direito e obrigações para acessar o

conhecimento tradicional sobre biodiversidade. A pesquisa foi licenciada em 2017 pelo Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade (SISBIO), número de autorização 56890-1, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), Ministério do Meio Ambiente, Brasil.

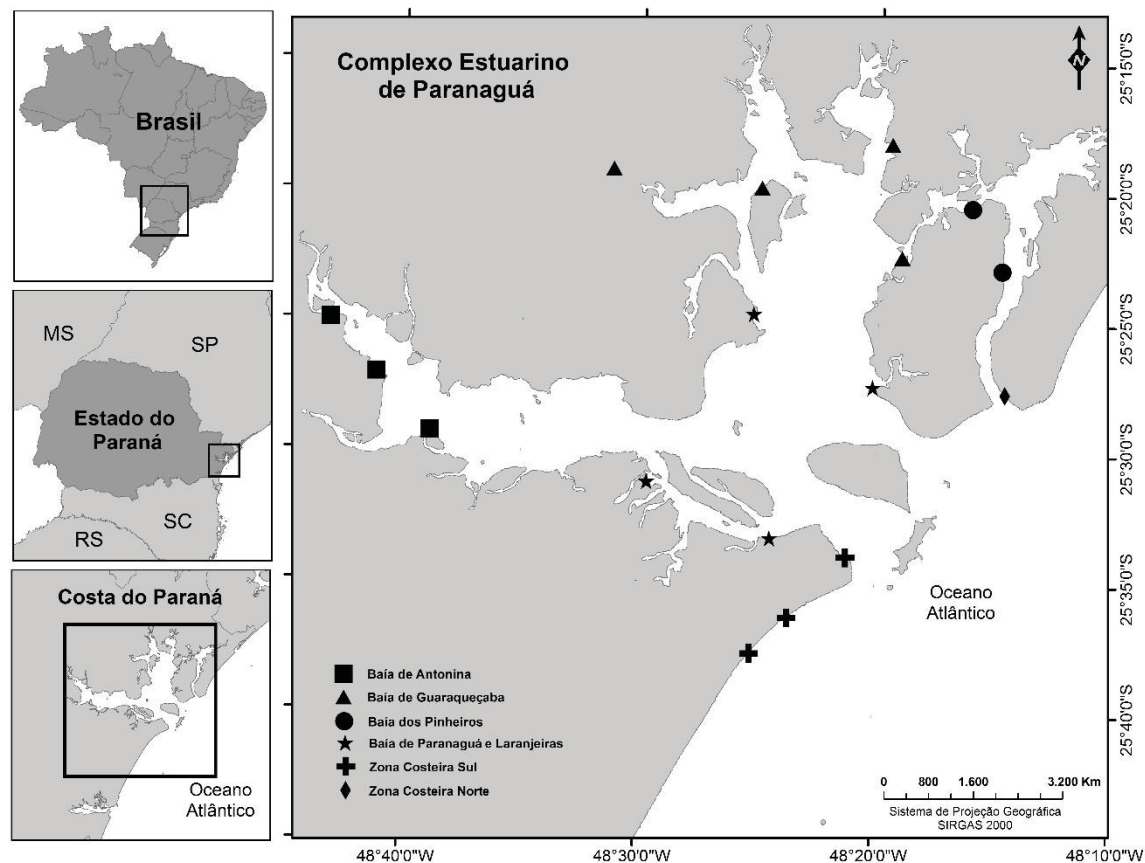


Figura 1. Mapa da área de estudo com a localização das comunidades analisadas, distribuídas em quatro baías e duas zonas costeiras adjacentes. Cada símbolo indica cada uma das seis zonas, estabelecidas de acordo com o local de moradia dos participantes. O nome e a localização das comunidades estão disponíveis na figura como material suplementar (Anexo I).

Dentro das seis zonas estabelecidas na área de estudo, buscou-se a distribuição dos participantes visando uma amostragem suficiente para a realização das análises quali-quantitativas (Baía de Antonina, $n = 17$; Baía de Guaraqueçaba, $n = 24$; Baía dos Pinheiros, $n = 19$; Baías de Paranaguá e Laranjeiras, $n = 27$; Zona Costeira Sul, $n = 24$ e Zona Costeira Norte, $n = 21$). As entrevistas foram conduzidas individualmente pelo mesmo pesquisador entrevistador, autor desta tese, apoiado por um questionário semiestruturado com perguntas sobre o perfil socioeconômico (idade, renda e local de residência), atividade pesqueira (espécies capturadas e

participação na evisceração de peixes) e o conhecimento ecológico sobre reprodução de espécies (Anexo II).

Para a seleção de participantes foi utilizado o método “bola de neve”, formando cadeias de referências junto as comunidades, com a indicação dos participantes iniciais que recomendam potenciais participantes e, assim, sucessivamente (Bernard, 1995). Para a seleção de entrevistados foram considerados somente pescadores artesanais que citaram a pesca como atividade importante para a subsistência.

Foram selecionados cinco recursos pesqueiros, os quais foram observados nos mercados de pescados ou tiveram a sua importância constatada, para subsistência das comunidades de pescadores artesanais, durante visitas prévias do pesquisador. Os recursos pesqueiros selecionados são quatro espécies de peixes (bagre-branco - *Genidens barbus*, robalo-peva - *Centropomus parallelus*, paru - *Chaetodipterus faber* e a raia-viola ou “cação-viola” - *Pseudobatos* sp.) e o camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*).

A validação taxonômica das informações obtidas durante as entrevistas, para cada espécie analisada, ocorreu por meio de um catálogo de imagens, que foi mostrado aos pescadores e solicitada a indicação dos nomes populares correspondentes (Silvano et al., 2006), chegando ao nível de espécie sempre que possível. Para a raia-viola não foi possível chegar ao nível de espécie porque a maioria dos pescadores identifica apenas uma espécie, enquanto os taxonomistas identificam duas espécies biológicas para esse gênero.

Os tamanhos mínimos de primeira maturação das fêmeas (comprimento em cm), indicados pelos pescadores entrevistados (L_{50-CEL}), foram obtidos utilizando-se uma fita métrica em que o pesquisador entrevistador pediu aos participantes para estimar os tamanhos correspondentes na fita, para cada espécie analisada (Nunes et al. 2019). Para a realização deste estudo, o foco na reprodução das fêmeas se deve ao fato de que os ovários são maiores do que os testículos, o que facilita a visualização macroscópica e a identificação realizada pelos pescadores, quando ocorre a evisceração. O maior volume dos ovários em relação aos testículos se deve ao fato da incorporação de nutrientes nos ovócitos para serem utilizados nas primeiras fases de vida dos alevinos (Fávaro et al., 2005).

Consulta a literatura científica

Na busca por informações sobre a reprodução das espécies analisadas, foram pesquisadas palavras chave como “reproduction”, “sexual maturity” e “spawning season”, combinadas com os nomes das espécies, nas plataformas: “Web of Science”, “Scielo” e “Google Scholar”. Os trabalhos foram selecionados considerando a proximidade geográfica com a área de realização deste estudo.

Para a análise do tamanho de primeira maturação das fêmeas (L_{50}), que corresponde ao menor comprimento onde 50% das fêmeas da população encontram-se aptas a se reproduzir, o foco foi encontrar informações na literatura científica, a fim de comparar com o L_{50-CEL} obtido através das entrevistas. O mesmo procedimento foi realizado para a análise do período reprodutivo.

Análise dos dados

Para verificar se o CEL de pescadores sobre a reprodução dos recursos pesqueiros está relacionado ou não às zonas específicas da área de estudo, utilizou-se o teste de independência qui-quadrado (χ^2) entre todas as zonas estudadas, para cada espécie, considerando duas possibilidades de respostas (foi capaz ou não de fornecer as informações sobre reprodução). Para testar se a idade influenciou o CEL dos participantes sobre a reprodução (duas possibilidades de respostas: foi capaz ou não de fornecer as informações sobre as espécies), utilizou-se uma análise de regressão logística. Para avaliar se o conhecimento de pescadores sobre aspectos reprodutivos de cada espécie depende ou não da evisceração dos peixes e do camarão (Anexo IV), utilizou-se o teste de independência qui-quadrado (χ^2), considerando as respostas dos participantes (foi capaz ou não de fornecer as informações sobre a reprodução x evisceram ou não evisceram peixes e camarões).

A fim de se comparar os valores médios de L_{50-CEL} e L_{50} obtido na literatura científica, utilizou-se um teste t para uma amostra para cada espécie analisada neste estudo. Os locais de observação e/ou captura de fêmeas com gônadas maduras foram categorizados em relação aos ambientes de rios, baías e zona costeira. O período reprodutivo dos recursos pesqueiros foi obtido com base na frequência absoluta das respostas dos pescadores (n) e convertido em valores de frequência percentual (%) para fins de representação gráfica. As análises estatísticas foram

realizadas no software R versão 3.5.3 (R Development Core Team, 2019), e adotou-se o nível de significância de $p < 0,05$. As respostas dos pescadores sobre o dimorfismo sexual e a ocorrência de eventuais cuidados parentais nos recursos pesqueiros foram analisadas e representadas por porcentagem e frequência absoluta.

RESULTADOS

O CEL de pescadores sobre a reprodução das espécies foi heterogêneo, quando analisado pela localização das comunidades dos pescadores. As espécies *G. barbus* e *C. parallelus* apresentaram aspectos reprodutivos bem conhecidos dos participantes, como tamanhos de primeira maturação, local de observação de fêmeas maduras e pico reprodutivo, para todas as localizações. Entretanto, as comunidades localizadas em áreas mais internas do estuário (baías de Antonina e Guaraqueçaba) demonstraram conhecer menos sobre a reprodução de *C. faber*, *Pseudobatos* sp. e *L. schmitti*. Não obstante, as análises evidenciaram diferenças significativas no CEL entre as regiões avaliadas, demonstrando que o conhecimento sobre a reprodução destas espécies depende da localização das comunidades (Tabela 1).

Os participantes deste estudo apresentaram média de idade de 53,3 anos ($\sigma = 15,3$ anos). A idade mínima dos pescadores foi de 20 e a máxima de 84 anos. A experiência média de pesca dos participantes foi de 41,88 anos ($\sigma = 15,18$), sendo que a média de idade inicial dos entrevistados na pesca foi de 11,29 anos ($\sigma = 4,14$). A idade dos pescadores não se relacionou com o conhecimento sobre a reprodução para a maioria das espécies, de acordo com a análise de regressão logística: *G. barbus* ($B_1 = 0,006$; EP = 0,029; $Z = 0,235$; $p = 0,815$), *C. faber* ($B_1 = -0,001$; EP = 0,020; $Z = -0,057$; $p = 0,955$), *Pseudobatos* sp. ($B_1 = 0,019$; EP = 0,027; $Z = 0,707$; $p = 0,479$), *L. schmitti* ($B_1 = 0,019$; EP = 0,013; $Z = 1,407$; $p = 0,159$). A exceção ocorreu para *C. parallelus*, onde houve uma relação positiva entre a idade dos pescadores e o CEL sobre a reprodução da espécie ($B_1 = 0,062$; SE = 0,022; $Z = 2,739$; $p = 0,006$).

Tabela 1. Frequência absoluta de respostas dos pescadores sobre a reprodução dos recursos pesqueiros (conhece ou não) pelo local de residência dos participantes, para cada espécie analisada. Baía de Antonina (ANT), Baía de Guaraqueçaba (GQBA), Baía dos Pinheiros (PIN), Baía de Paranaguá e Laranjeiras (PGUA), zona costeira sul (ZCS) e zona costeira norte (ZCN). Teste de independência qui-quadrado (X^2) foi realizado entre todas as regiões.

| Espécies | CEL | ANT | GQBA | PIN | PGUA | ZCS | ZCS | TOTAL | X^2 | p |
|------------------------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-------|--------|-------|
| <i>G. barbus</i> | SIM | 14 | 18 | 17 | 23 | 9 | 8 | 89 | 2,609 | 0,760 |
| | NÃO | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 6 | | |
| <i>C. parallelus</i> | SIM | 9 | 12 | 14 | 16 | 7 | 6 | 64 | 11,224 | 0,047 |
| | NÃO | 6 | 2 | 1 | 2 | 0 | 4 | 15 | | |
| <i>C. faber</i> | SIM | 0 | 2 | 11 | 13 | 6 | 7 | 39 | 18,555 | 0,002 |
| | NÃO | 3 | 8 | 3 | 4 | 1 | 2 | 21 | | |
| <i>Pseudobatos</i> sp. | SIM | - | 2 | 1 | 12 | 13 | 6 | 34 | 6,730 | 0,080 |
| | NÃO | - | 0 | 2 | 1 | 2 | 3 | 8 | | |
| <i>L. schmitti</i> | SIM | 1 | 3 | 9 | 8 | 5 | 10 | 36 | 14,979 | 0,010 |
| | NÃO | 15 | 15 | 10 | 8 | 12 | 8 | 68 | | |

Os resultados demonstraram que a atividade de evisceração do pescado, realizada pela maioria dos participantes (75%), esteve forte e positivamente relacionada com o CEL sobre a reprodução das espécies *G. barbus* ($X^2 = 21,975$; $df = 1$, $p < 0,001$), *Pseudobatos* sp. ($X^2 = 14,947$, $df = 1$, $p < 0,001$) e *L. schmitti* ($X^2 = 9,75$, $df = 1$, $p = 0,001$), mas não para *C. parallelus* ($X^2 = 3,119$; $df = 1$, $p = 0,077$) e *C. faber* ($X^2 = 3,006$, $df = 1$, $p = 0,082$). Observou-se que é comum a participação das mulheres na atividade de evisceração de peixes e crustáceos, porém poucas mulheres foram indicadas pelas comunidades visitadas como pescadoras, o que se reflete no pequeno número de entrevistas com a participação do gênero feminino ($n = 8$).

Entre os pescadores que responderam sobre a reprodução, os participantes identificaram dimorfismo sexual, quando presente na espécie, reconhecendo características morfológicas externas de indivíduos do sexo masculino e feminino

(Fig. 2). Em relação ao dimorfismo sexual de *G. barbus*, a maioria dos participantes (70%) não observou dimorfismo ou não respondeu. O restante (30%) dos participantes indicou a existência de dimorfismo sexual nesta espécie, com as principais características sendo a cabeça maior do macho (29%), o abdômen maior da fêmea (9%) e o corpo magro do macho (7%) após o período reprodutivo. Para *Pseudobatos* sp., 76% dos pescadores demonstrou conhecer as diferenças entre indivíduos do sexo masculino e feminino, sendo o cláster masculino (65%) e a genitália feminina (21%) as principais características apontadas. Os pescadores também relataram dimorfismo sexual de *L. schmitti*, sendo o petasma masculino a principal característica indicada (75%).

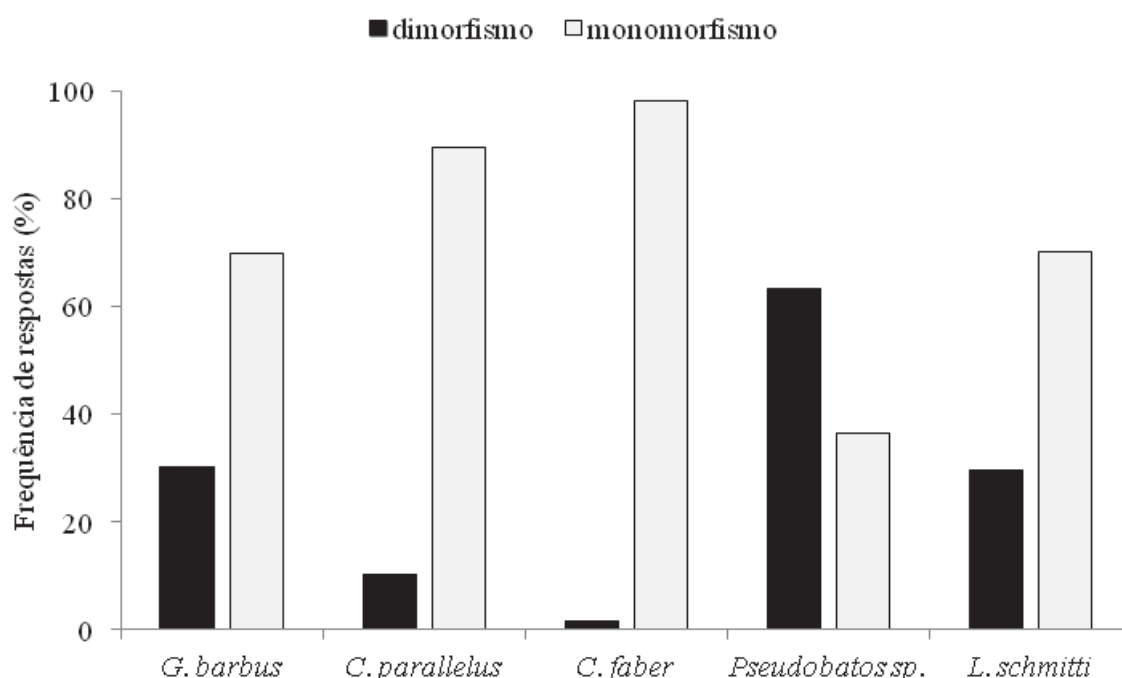


Figura 2. Frequência percentual (%) de respostas dos pescadores (eixo y) sobre a ocorrência de dimorfismo sexual nas espécies estudadas (eixo x). Frequência absoluta de respostas (n) por espécie: *G. barbus* (n=89); *C. parallelus* (64); *C. faber* (39); *Pseudobatos* sp. (34) e *L. schmitti* (36).

Os tamanhos médios de primeira maturação das fêmeas indicados pelos pescadores (L_{50-CEL}) não diferiram significativamente dos tamanhos L_{50} reportados na literatura científica para *G. barbus* e *L. schmitti*, mas diferiram para *C. faber*, *C. parallelus* e *Pseudobatos* sp. (Tabela 2). Os pescadores relataram o local de observação ou de captura de fêmeas com gônadas maduras e indicaram, ainda, a

sazonalidade da atividade reprodutiva para cada espécie. Segundo o CEL, as espécies de peixes analisadas apresentaram maior atividade reprodutiva no período de primavera e verão (novembro a fevereiro), ao passo que o camarão *L. schmitti* apresentou maior atividade reprodutiva no final do inverno e início da primavera (setembro e outubro) (Fig. 4).

Tabela 1. Recursos pesqueiros, número de pescadores, conhecimento dos participantes (CEL – aqueles que afirmaram conhecer) sobre o tamanho médio (comprimento total em cm) de primeira maturação sexual das fêmeas (L_{50-CEL}) e o valor de L_{50} observado na literatura científica.

| Espécies | Pescadores (n) | CEL (n) | L_{50-CEL} | D.P. | L_{50} | Teste t | Referência |
|---------------------------|----------------|---------|--------------|------|----------|------------------------|----------------------|
| <i>G. barbus</i> | 95 | 89 | 40,95 | 7,33 | 41,5 | t = -0,172 e p = 0,863 | Reis, 1986 |
| <i>C. parallelus</i> | 79 | 64 | 28,88 | 7,54 | 20,04 | t = 9,365 e p < 0,001 | Nogueira, 2009 |
| <i>C. faber</i> | 59 | 39 | 25,83 | 4,55 | 14,4 | t = 15,459 e p < 0,001 | Soeth et al., 2018 |
| <i>Pseudobatos</i> sp. | 42 | 34 | 50,15 | 9,80 | 59,9 | t = -5,76 e p < 0,001 | Rocha, 2010 * |
| <i>L. schmitti</i> | 104 | 36 | 15,64 | 3,25 | 15,2 | t = -0,063 e p = 0,949 | Machado et al., 2009 |

*Referência sobre a espécie *Pseudobatos percellens*.

O bagre-branco foi alvo das capturas para 95 participantes (72%), sendo que destes, somente seis afirmaram nunca ter observado fêmeas maduras e/ou não foram capazes de indicar valores de primeira maturação (L_{50-CEL}). Estes pescadores, que relataram seu conhecimento sobre a reprodução da espécie, indicaram que os rios e baías são os locais de maior ocorrência de observação ou de captura de fêmeas maduras (Fig. 3). Os meses de outubro, novembro e dezembro foram citados como de maior ocorrência de atividade reprodutiva dos peixes (Fig. 4a). Os participantes relataram, ainda, a ocorrência de cuidado parental em *G. barbus*, que segundo a maioria (n=69; 78%) ocorre pela incubação oral dos ovos, sendo que parte destes participantes (n=23; 26%) indicou que é o macho o responsável por “chocar os ovos com a boca”.

O robalo-peva foi alvo das pescarias para 79 entrevistados (60%), e destes, 64 pescadores (81%) indicaram informações sobre a reprodução. O mês de dezembro foi o mais citado para observação de fêmeas maduras (Fig. 4b), tanto na zona costeira como em baías e rios do complexo estuarino (Fig. 3). Não foi relatada a ocorrência de cuidado parental para *C. parallelus*. Oito pescadores afirmaram identificar durante eventuais capturas, as fêmeas quando se encontram ovadas, pela observação de maior volume do abdômen dos peixes.

O paru foi alvo das capturas para 59 participantes (45%), sendo que 39 destes pescadores (66%) foram capazes de fornecer informações sobre a reprodução da espécie. As baías de Paranaguá e Pinheiros foram os locais indicados com maior ocorrência de fêmeas maduras (Fig. 3), com maiores frequências de atividade reprodutiva nos meses de novembro, dezembro e janeiro (Fig. 4c). Nenhum pescador relatou a ocorrência de cuidado parental para *Chaetodipterus faber*. Entretanto, quando perguntados se havia algum cuidado especial com ovos ou alevinos, 10 pescadores (27%) responderam espontaneamente que a desova ocorre em agregações e que nestes eventos os peixes em reprodução flutuam muito próximos a superfície, chegando a ficar à deriva.

A raia-viola foi o recurso pesqueiro menos citado pelos participantes (n=42; 32%), dentre as espécies alvo, porém a maioria dos pescadores que citou a espécie (n=34; 81%) foi capaz de indicar informações sobre a reprodução deste recurso. A zona costeira foi o ambiente mais citado pelos pescadores como área de observação de fêmeas maduras (Fig. 3) e os meses de janeiro e fevereiro como o período de maior atividade reprodutiva (Fig. 4d). A maioria dos pescadores (n=27; 79%) associou a ovoviviparidade da espécie a um cuidado parental diferenciado, afirmando que “as fêmeas ficam grávidas”.

O recurso pesqueiro mais citado pelos pescadores, considerando as espécies alvo deste estudo, foi o camarão-branco, capturado por 104 (79%) de um total de 132 participantes. Entretanto, somente 36 participantes (27%) souberam fornecer informações sobre a reprodução de *L. schmitti*, constatando que a zona costeira é a área que apresenta maior frequência de fêmeas com gônadas maduras (Fig. 3). Sobre o período reprodutivo da espécie, o CEL apresentou maior coesão de respostas entre os meses de setembro e outubro (Fig. 4e). A maioria dos pescadores (n= 22; 56%), dentre os que responderam sobre os aspectos

reprodutivos, não identificou nenhum cuidado parental na espécie. Entretanto, alguns pescadores (n=14; 32%) indicaram o armazenamento dos ovos no cefalotórax e na parte dorsal das fêmeas como um cuidado diferenciado.

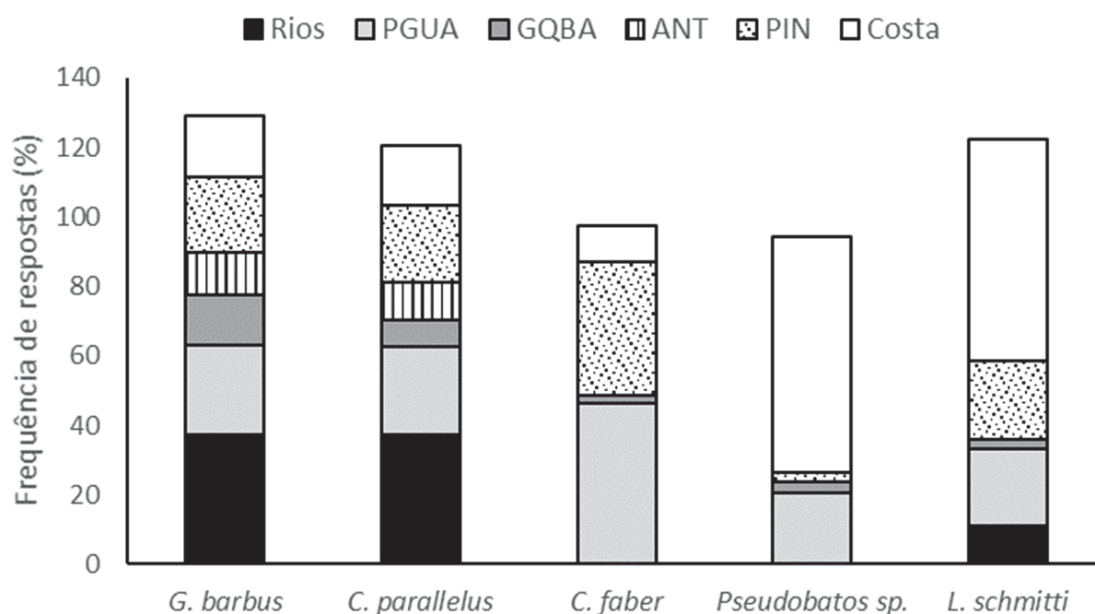


Figura 3. Frequência percentual (%) de respostas dos pescadores, em relação à presença de fêmeas maduras por ambiente: rios do complexo estuarino (Rios), baías de Paranaguá e Laranjeiras (PGUA), Baía de Guaraqueçaba (GQBA) Baía de Antonina (ANT) Baía dos Pinheiros (PIN) e zona costeira (Costa). A frequência de respostas pode ultrapassar 100% pois os participantes puderam indicar mais de um ambiente por espécie.

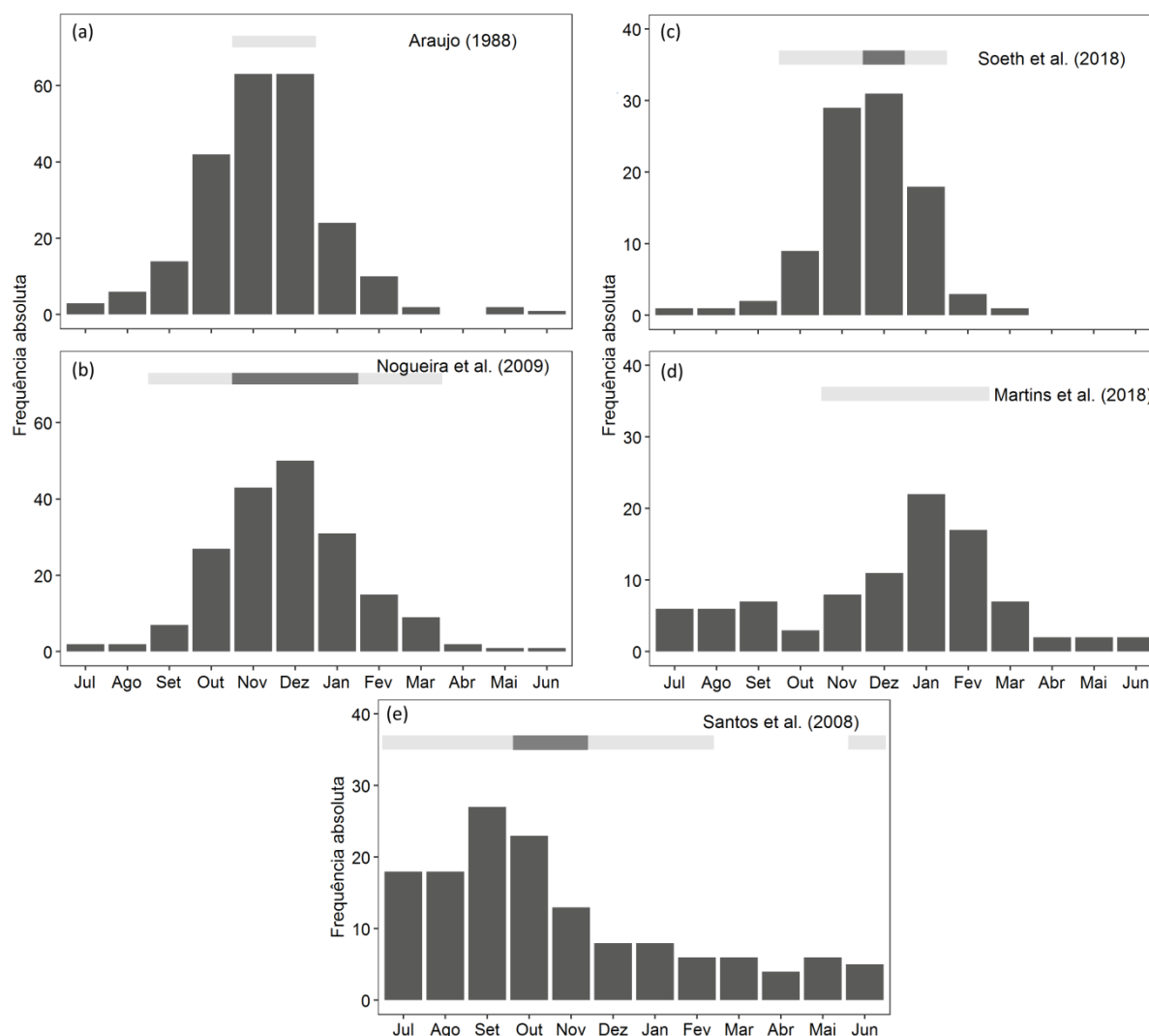


Figura 4. Frequência percentual (%) de respostas dos pescadores em relação ao mês de atividade reprodutiva dos recursos pesqueiros avaliados. a) *G. barbatus*, b) *C. parallelus*, c) *C. faber*, d) *Pseudobatos* sp. e) *L. schmitti*. Barras horizontais cinzas e pretas representam o período e o pico reprodutivo, respectivamente, indicados na literatura que as segue.

DISCUSSÃO

A abordagem baseada no CEL gerou informações sobre os aspectos reprodutivos que são fundamentais para melhorar a gestão dos recursos pesqueiros. Demonstramos como algumas características dos participantes, como os locais de residência e a atividade de evisceração do pescado, influenciaram o conhecimento dos pescadores. As informações obtidas neste estudo, quando comparadas às

relatadas na literatura científica, mostraram que para a maioria dos recursos os resultados foram equivalentes e, em alguns casos, geraram novas informações.

Os locais de residência dos pescadores artesanais influenciaram o conhecimento sobre a reprodução da maioria dos recursos pesqueiros. O CEL, neste caso, está provavelmente relacionado ao ambiente utilizado pelos pescadores, às diferentes estratégias reprodutivas e ao ciclo de vida de cada espécie, que podem ocorrer em áreas específicas. Para algumas espécies como *Pseudobatos* sp., o baixo número de participantes que capturam esse recurso pode ser devido à baixa abundância dessa espécie nas partes superiores do estuário, que tem maior influência da água doce, refletindo as preferências das espécies por ambientes marinhos (Rocha, 2010; Martins et al., 2018). No entanto, para *G. barbatus* a observação de fêmeas com gônadas maduras foi relatada por muitos participantes em todas as zonas analisadas, sugerindo que essa espécie provavelmente pode utilizar todo o Complexo Estuarino de Paranaguá e zona costeira adjacente durante a sua reprodução.

Por outro lado, a idade não foi fator determinante para o CEL de pescadores sobre a reprodução da maioria das espécies analisadas, diferindo de outros estudos em que a idade foi importante, sendo adotada, inclusive, como critério analítico de seleção dos participantes (Silvano & Begossi, 2002; Silvano et al., 2006). A idade dos pescadores também não mostrou relação com o conhecimento sobre a migração e o comprimento mínimo e máximo dos peixes capturados no rio Tapajós, Amazônia Brasileira (Nunes et al., 2019). No entanto, para outros aspectos do CEL, como mudanças na composição das espécies, variação nos estoques de recursos pesqueiros e mudanças ambientais ao longo do tempo, a idade dos participantes é um fator importante, porque os pescadores mais velhos podem ser a única fonte de informação sobre o passado e possíveis alterações na abundância dos estoques (Johannes et al., 2000; Azzurro et al., 2011; Tesfamichael et al., 2014). Também devemos considerar que o método utilizado para obtenção de participantes (amostragem bola de neve) tende a selecionar pescadores mais experientes, porque são aqueles reconhecidos como pescadores pela comunidade e, consequentemente, mais indicados para o entrevistador. Possivelmente, se as pesquisas também buscassem selecionar um número maior de pescadores mais jovens ou novatos, a idade provavelmente seria um fator positivamente relacionado

ao CEL. Portanto, estudos futuros podem elucidar essa e outras relações entre o conhecimento e características dos pescadores.

A evisceração de peixes e camarões mostrou-se importante para o CEL sobre a reprodução da maioria das espécies analisadas. Somente para *C. faber* e *C. parallelus* nenhuma diferença significativa foi observada sobre o conhecimento de pescadores em função dessa prática. A evisceração de peixes permite a observação das gônadas, especialmente para as fêmeas, uma vez que geralmente atingem volumes maiores em comparação às gônadas masculinas (Fávaro et al., 2005; Bryan et al., 2007). A participação das mulheres na atividade de evisceração de peixes é comum (observação pessoal); no entanto, encontramos uma maior dificuldade em obter entrevistas com mulheres pescadoras. Embora elas participem de atividades de pesca, como reparo de artes pesqueiras, nem sempre essas mulheres são reconhecidas como pescadoras pelas comunidades e entidades de pescadores. Portanto, estudos futuros podem intensificar a busca por mulheres pescadoras e verificar se há também uma diferença de gênero relacionada ao CEL sobre a reprodução dos recursos pesqueiros. Recomendamos, ainda, que futuras pesquisas em etnoecologia considerem a evisceração do pescado como um possível critério para a seleção dos participantes.

O conhecimento dos pescadores sobre a primeira maturação gonadal das fêmeas mostrou que eventuais iniciativas de manejo que busquem proteger as "fêmeas grandes, gordas e maduras" (Hixon et al., 2013), pelo seu maior potencial reprodutivo, podem ser compreendidas em sua importância pelos pescadores, que por sua vez também podem fornecer informações essenciais sobre esse tópico. E ainda, o CEL de pescadores pode fornecer informações fundamentais como locais de reprodução e a sazonalidade da reprodução, que possam embasar também o estabelecimento de áreas marinhas protegidas ou períodos de defeso.

Sobre *G. barbatus* e a sua reprodução no estuário e zona costeira adjacente, não foram localizados outros estudos na literatura científica, o que destaca a importância da abordagem baseada no CEL de pescadores, ao sistematizar e apresentar novas informações sobre aspectos reprodutivos da espécie. As referências utilizadas são do estuário da Lagoa dos Patos, cerca de 880 km ao sul da área de estudo (Reis, 1986; Araujo, 1988). O CEL observado neste estudo indicou um padrão similar ao encontrado na literatura, inclusive sem diferença significativa entre L_{50} e L_{50-CEL} das fêmeas, que são observadas ou capturadas com

maior frequência no período da primavera. Os pescadores indicaram que a zona estuarina do complexo, com seus rios e baías, é o local de maior ocorrência de atividade reprodutiva, o que também foi observado por estudos no estuário da Lagoa dos Patos (Reis, 1986).

As informações dos pescadores sobre a biologia reprodutiva de *C. parallelus*, na área analisada, são inéditas para o local. Os participantes apontaram o estuário (rios e baías do complexo estuarino) como locais de maior frequência de observações de fêmeas maduras, ao final da primavera e começo do verão, corroborando as observações de Nogueira (2009) para a Baía de Guaratuba, estuário próximo à área estudada. Quando comparados os valores de L_{50} e L_{50-CEL} , observa-se uma diferença significativa entre CEL e dados da literatura (Nogueira, 2009), sendo que os pescadores entrevistados indicaram um tamanho maior de primeira maturação das fêmeas. Rodrigues (2005), que realizou um estudo na foz do rio Doce, sudeste do Brasil, encontrou um valor de L_{50} (28 cm) muito próximo ao indicado pelos participantes deste estudo. A falta de informações de médio e longo prazo sobre a biologia reprodutiva dificulta a obtenção de parâmetros mais precisos e de comparações mais realistas, dez anos podem ser suficientes para mudanças no tamanho de primeira maturação das fêmeas (Chuwen et al., 2011).

Sobre os aspectos reprodutivos de *C. faber*, o CEL revelou as baías de Paranaguá e dos Pinheiros como os locais com maior frequência de fêmeas maduras. O período principal da atividade reprodutiva ocorre entre os meses de novembro a janeiro, corroborando os resultados obtidos por Soeth et al. (2018). Para os valores de L_{50-CEL} e L_{50} , foram observadas diferenças entre o CEL e resultados publicados na literatura científica. Entretanto, Soeth et al. (2018) obtiveram valores de L_{50} considerando ovários em desenvolvimento (fase relativamente inicial do desenvolvimento gonadal) através de análise microscópica. Os pescadores observam as fêmeas de *C. faber* em estágio de maturação gonadal avançado, próximo do ponto de desova. Essa diferença metodológica explicaria a diferença detectada pela análise estatística (teste *t*). Cabe ressaltar que o CEL demonstrou a ocorrência de agregações sazonais de *C. faber* para facilitar a desova, aumentando assim a suscetibilidade da espécie à sobre-exploração (Sadovy de Mitcheson et al., 2008; Soeth et al., 2018).

Considerando o CEL sobre a reprodução de *Pseudobatos* sp., é importante ressaltar que os pescadores não distinguem as espécies *Pseudobatos horkelli* e *P.*

percellens, considerando as espécies como sendo o mesmo recurso. O tamanho de L_{50} testado neste estudo é referente a *P. percellens* (Rocha, 2010), que segundo Possatto et al., (2017) é a espécie mais abundante na área de estudo e, conseqüentemente, a mais capturada pelos pescadores. Portanto, considera-se que neste caso, para fins de tamanhos reprodutivos, pode haver um viés maior já que não há a identificação em nível de espécie biológica. Os resultados obtidos sobre *Pseudobatos* sp. evidenciam o uso preferencial da zona costeira durante o verão para o processo reprodutivo, corroborando aos resultados obtidos por Rocha (2010) e Martins et al., (2018), que utilizaram de amostragem biológica. Os participantes foram capazes de identificar dimorfismo sexual nessa espécie de raia, sugerindo que eventuais iniciativas de gestão que busquem evitar a captura de fêmeas no verão, poderiam encontrar no conhecimento dos pescadores um aliado importante.

Para *L. schmitti*, o CEL revelou informações similares aquelas encontradas na literatura científica para estuários próximos, nos estados de São Paulo (Santos et al., 2008) e Santa Catarina (Machado et al., 2009). O tamanho de primeira maturação das fêmeas indicado pelos pescadores não diferiu do conhecimento científico (Machado et al. 2009). Apesar da maioria dos participantes não observar a reprodução da espécie, aqueles que observam os aspectos reprodutivos foram capazes de relatar informações precisas. Contudo, segundo o CEL, o pico de atividade reprodutiva é durante o mês de setembro, o que não foi observado por outro estudo populacional sobre o camarão-branco que encontrou maior atividade nos meses de outubro e novembro, mas também com alta frequência para o mês de setembro (Santos et al., 2008). Estudos baseados em amostragem biológica demonstraram que a reprodução da espécie ocorre principalmente na zona costeira, enquanto os estuários são utilizados para o crescimento dos indivíduos jovens (Santos et al., 2008). Os resultados deste estudo, contudo, são inéditos para *L. schmitti* no Complexo Estuarino de Paranaguá e zona costeira adjacente, o que destaca a importância da abordagem etnoecológica.

A abordagem através do CEL possibilitou a obtenção de resultados sobre aspectos reprodutivos das espécies analisadas neste estudo, como o L_{50-CEL} , local e período de observação das fêmeas maduras, dimorfismo sexual e cuidado parental, que podem embasar políticas de gestão e conservação dos recursos pesqueiros. Constatou-se que o CEL de pescadores pode levar a observações equivalentes de estudos disponíveis na literatura e que utilizaram amostragem biológica

convencional, fornecendo, ainda, informações adicionais para melhorar a compreensão sobre a reprodução das espécies analisadas.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que os pescadores possuem um conhecimento ecológico detalhado sobre aspectos reprodutivos de diversos recursos pesqueiros, de diferentes grupos taxonômicos. O CEL, quando analisado a partir de uma abordagem quali-quantitativa, pode auxiliar na conservação e no manejo das espécies exploradas, possibilitando o uso sustentável dos recursos pesqueiros.

Um limite importante neste tipo de abordagem se refere à denominação das espécies pelos pescadores, que nem sempre corresponde a taxonomia utilizada nos estudos de biologia de peixes e invertebrados. Também é necessário considerar que a determinação do tamanho de primeira maturação das fêmeas (L_{50-CEL}) se trata de uma estimativa, obtida através da observação cotidiana que se fundamenta no conhecimento empírico adquirido e associado com uma herança cultural. Contudo, a capacidade dos pescadores de indicar tamanhos como L_{50-CEL} das fêmeas, ou tamanhos máximo e mínimo de captura dos indivíduos (Nunes et al., 2019), deve ser reconhecida como uma fonte importante de conhecimento que pode auxiliar na elucidação de perguntas, gerar hipóteses e fornecer subsídios para a conservação dos estoques.

Recomenda-se, portanto, que o conhecimento dos pescadores, através da abordagem utilizada, seja considerado na formulação e aplicação de políticas públicas de manejo pesqueiro, tais como períodos de defeso e na determinação do tamanho mínimo e máximo de captura, que protegem o crescimento e a reprodução das espécies exploradas.

REFERÊNCIAS

- Andriguetto Filho, J. M., P. T. C. Chaves, C. Santos & S. A. Liberati, 2006. Diagnóstico da Pesca no estado do Paraná. In Pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Editora Universitária UFPA, Belém do Pará.
- Araújo, F. G. 1988. Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 5: 509-543.
- Aswani, S. & M. Lauer, 2006. Benthic mapping using local aerial photo interpretation and resident taxa inventories for designing marine protected areas. *Environmental Conservation*. 33: 263–273.
- Azzurro, E., P. Moschella, & F. Maynou, 2011. Tracking signals of change in Mediterranean fish diversity based on local ecological knowledge. *PLoS One* 6: e24885.
- Begossi, A. 1998. Cultural and ecological resilience among Caiçaras of the Atlantic Forest and caboclos of the Amazon, Brazil. In: Folke, C. & F. Berkes (Eds.). *Linking social and cultural systems for resilience*. Cambridge, Cambridge University Press 129-157.
- Begossi, A. 2006. Temporal stability in fishing spots: conservation and co-management in Brazilian artisanal coastal fisheries. *Ecology & Society* 11: 5.
- Begossi, A. & R. A. M. Silvano, 2008. Ecology and ethnoecology of dusky grouper garoupa, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) along the coast of Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 4: 20.
- Bernard, H. R. 1995. *Research Methods in Anthropology-Qualitative and Quantitative Approaches*. 2^aed. United States of America, Altamira Press.
- Bryan, B. J., M. L. Wildhaber, D. M. Papoulias, A. J. DeLonay, D. E. Tillitt & M. L. Annis, 2007. Estimation of gonad volume, fecundity, and reproductive stage of shovelnose sturgeon using sonography and endoscopy with application to the endangered pallid sturgeon. *Journal of Applied Ichthyology* 23(4): 411-419.
- Chuwen, B. M., I. C. Potter, N. G. Hall, S. D. Hoeksema & L. J. B. Laurenson, 2011. Changes in catch rates and length and age at maturity, but not growth, of an estuarine plotosid (*Cnidogobius macrocephalus*) after heavy fishing. *Fishery Bulletin* 109: 247–260.

- Davis, A., & J. R. Wagner, 2003. Who knows? On the importance of identifying “experts” when researching local ecological knowledge. *Human ecology*, 31(3): 463-489.
- Diegues, A. C. 1998. Environmental impact assessment: the point of view of artisanal fishermen communities in Brazil. *Ocean & Coastal Management* 39: 119-133.
- Diegues A. C. 2008. Marine protected areas and artisanal fisheries in Brazil. In Samudra monograph. International Collective in Support of Fishworkers.
- Fávaro, L. F., F. D. A. Frehse, R. N. D. Oliveira & R. Schwarz Júnior, 2005. Reproduction of the Madamango sea catfish, *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes, Ariidae), of the Pinheiros Bay, estuarine coastal area of Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 1022-1029.
- Hallwass, G., A. Schiavetti & R. A. M. Silvano, 2020. Fishers’ knowledge indicates temporal changes in composition and abundance of fishing resources in Amazon protected areas. *Animal Conservation* 23(1): 36-47.
- Hamilton, R. J., M. Giningele, S. Aswani & J. L. Ecochard, 2012. Fishing in the dark-local knowledge, night spearfishing and spawning aggregations in the Western Solomon Islands. *Biological Conservation* 145: 246–257.
- Herbst, D. F & N. Hanazaki, 2014. Local ecological knowledge of fishers about the life cycle and temporal patterns in the migration of mullet (*Mugil liza*) in Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 12: 879-890.
- Hixon, M. A., D. W. Johnson & S. M. Sogard 2013. BOFFFFs: on the importance of conserving old-growth age structure in fishery populations. *ICES Journal of Marine Science* 71(8): 2171-2185.
- Huntington, H. P. 2000. Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications. *Ecological applications* 10: 1270-1274.
- Johannes, R. E., M. M. Freeman & R. J. Hamilton 2000. Ignore fishers’ knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 1: 257-271.
- Lana, P. C., E. Marone, R. M. Lopes & E. D. C. Machado, 2001. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Springer, Berlin, Heidelberg: 131-145.
- Le fur, J., A. Guilavogui & A. Teitelbaum, 2011. Contribution of local fishermen to improving knowledge of the marine ecosystem and resources in the Republic of Guinea, West Africa. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68:1454-1469.

- Machado, I. F., L. F. C. Dumont & F. D'Incao, 2009. Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti*–Decapoda, Penaeidae) in southern Brazil. *Atlântica* 31: 169-175.
- Martins, M. F., A. F. Pasquino, & O. B. F. Gadig, 2018. Reproductive biology of the Brazilian guitarfish, *Pseudobatos horkelii* (Müller & Henle, 1841) from southeastern Brazil, western South Atlantic. *Journal of Applied Ichthyology* 34: 646-652.
- Mendonça, J. T., A. C. M. Lucena, L. D. Muehlmann, & R. P. Medeiros, 2017. Fisheries Socioeconomics on the Coast of the State of Paraná (Brazil) for the Period from 2005 to 2015. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 41: 140-157.
- Nogueira, A. B. 2009. Biologia de *Centropomus parallelus* Poey, 1860 no sistema Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.
- Nunes, M. U. S., G. Hallwass, & R. A. M. Silvano, 2019. Fishers' local ecological knowledge indicate migration patterns of tropical freshwater fish in an Amazonian river. *Hydrobiologia* 833: 197-215.
- Possatto, F. E., M. K. Broadhurst, C. A. Gray, H. L. Spach, & M. R. Lamour, 2017. Spatiotemporal variation among demersal ichthyofauna in a subtropical estuary bordering World Heritage-listed and marine protected areas: implications for resource management. *Marine and Freshwater Research* 68: 703-717.
- R Development Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Viena, Austria. <http://www.R-project.org>. Accessed 01 February 2019
- Reis, E. G. 1986. Reproduction and feeding habits of the marine catfish *Netuma barba* (Siluriformes, Ariidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, Brazil. *Atlântica* 8: 35-55.
- Rocha, F. 2010. Biologia reprodutiva da raia-viola *Rhinobatos percellens* Walbaum, 1792 (Chondrichthyes, Rhinobatidae), da plataforma continental de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista.
- Rodrigues P. P. 2005. Aspectos reprodutivos do robalo peba, *Centropomus parallelus*, na foz do rio doce, Linhares/ES. Monografia, Universidade Federal do Espírito Santo.
- Ruddle, K. & F. R. Hickey, 2008. Accounting for the mismanagement of tropical nearshore fisheries. *Environment Development and Sustainability* 10: 565-589.

- Sadovy de Mitcheson Y, A. Cornish, M. Domeier, P. L. Colin, M. Russell, K. C. Lindeman, 2008 A global baseline for spawning aggregations of reef fishes. *Conservation Biology* 22: 1233–1244.
- Santos, J. L., E. Severino-Rodrigues, & M. André, 2008. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da Baixada Santista, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 34: 375-389.
- Silvano, R. A. & A. Begossi, 2002. Ethnoichthyology and fish conservation in the Piracicaba River (Brazil). *Journal of ethnobiology* 22: 285-306.
- Silvano R. A. M. & A. Begossi, 2012. Fishermen's local ecological knowledge on Southeastern Brazilian coastal fishes: contributions to research, conservation, and management. *Neotropical Ichthyology* 10: 133-147.
- Silvano, R. A. M., P. F. L. MacCord & A. Begossi, 2006. When does this fish spawn? Fishermen's local knowledge of migration and reproduction of Brazilian coastal fishes. *Environmental Biology of Fishes* 76: 371-381.
- Soeth, M., L. F. Fávaro, H. L. Spach, F. A. Daros, A. E. Woltrich & A. T. Correia, 2018. Age, growth, and reproductive biology of the Atlantic spadefish *Chaetodipterus faber* in southern Brazil. *Ichthyological Research* 66: 1-15.
- SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem), 1992. Plano Integrado de Conservação para a região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. Curitiba, Ícone computação gráfica Ltda.
- Tesfamichael, D., T. J. Pitcher, & D. Pauly, 2014. Assessing changes in fisheries using fishers' knowledge to generate long time series of catch rates: a case study from the Red Sea. *Ecology and Society* 19: 18.
- Valbo-Jorgensen, J. & A. F. Poulsen, 2000. Using local knowledge as a research tool in the study of river fish biology: experiences from Mekong. *Environment, Development and Sustainability* 2: 253-276.

CAPÍTULO II

**Etnomapeamento e o conhecimento ecológico de
pescadores sobre a migração dos recursos pesqueiros em
um ecossistema costeiro subtropical**

RESUMO

O conhecimento ecológico local (CEL) de pescadores vem contribuindo para os estudos sobre a reprodução e migração de peixes e invertebrados. Com o aumento da acessibilidade a tecnologias da informação, várias pesquisas passaram a utilizar abordagens baseadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG) para acessar o CEL de pescadores, através do etnomapeamento. Conhecer a migração dos recursos pesqueiros é fundamental para o devido embasamento de políticas voltadas a conservação, contudo, muitas vezes as tecnologias disponíveis para o estudo da migração são caras e demandam vários anos de amostragem. O objetivo deste trabalho foi utilizar técnicas de SIG para acessar o CEL de pescadores artesanais e identificar os principais aspectos da migração de cinco recursos pesqueiros de um ecossistema estuarino e costeiro subtropical do oceano Atlântico Sul: bagre-branco - *Genidens barbatus*, robalo-peva - *Centropomus parallelus*, robalo-flecha - *Centropomus undecimalis*, paru - *Chaetodipterus faber* e o camarão-branco - *Litopenaeus schmitti*. Foram entrevistados 132 pescadores do Complexo Estuarino de Paranaguá e sua zona costeira adjacente, sendo que destes, 39 participaram do processo de etnomapeamento. Segundo os participantes, a migração dos recursos pesqueiros é reprodutiva e ocorre principalmente nos meses mais quentes do ano (novembro a fevereiro), com movimentos de entrada e saída do complexo estuarino. O etnomapeamento indicou que os peixes *G. barbatus* e *C. faber* migram da zona costeira para o estuário, ao passo que o principal movimento indicado para as espécies do gênero *Centropomus* e para o camarão *L. schmitti* é a saída do estuário em direção à zona costeira. As informações geradas e a abordagem do etnomapeamento devem ser consideradas em estudos futuros em etnoecologia e sobre a migração reprodutiva das espécies, na elaboração de políticas públicas voltadas ao manejo e conservação dos recursos pesqueiros, ou ainda, em estudos de impactos ambientais de empreendimentos e obras de infraestrutura.

Palavras chave: etnoecologia, migração reprodutiva, sistemas de informações geográficas, avaliação de impactos ambientais, manejo pesqueiro.

ABSTRACT

Fishers' local ecological knowledge (LEK) has contributed to studies on the reproduction and migration of fish and marine invertebrates. With increasing accessibility to information technologies, several surveys have begun to use Geographic Information Systems (GIS) to access fishers' LEK through ethnomapping. Scientific knowledge on migration of fishery resources is fundamental to properly support initiatives for conservation management. However, commonly the technologies available to study migration are expensive and require several years of sampling. The objective of this work was to use GIS to access the fishers' LEK and to identify the main aspects of the migration of five fishery resources from a subtropical coastal ecosystem of the Southern Atlantic Ocean: the white catfish - *Genidens barbus*, the fat snook - *Centropomus parallelus*, the common snook - *Centropomus undecimalis*, the Atlantic spadefish - *Chaetodipterus faber* and the white shrimp - *Litopenaeus schmitti*. We interviewed 132 fishers from the Paranaguá estuarine complex and its adjacent coastal zone, Parana State, Brazil. Of these fishers, 39 participated in the ethnomapping process. According to the fishers' LEK, the migration of fishery resources is reproductive and occurs mainly in the later spring and summer months of the year (November to February), with movements in and out of the estuarine complex from the coastal zone. The results of the ethnomapping indicated that the fish *G. barbus* and *C. faber* migrate from the coastal zone to the estuary, while the main movement indicated for *Centropomus* species and the white shrimp *L. schmitti* was the estuary exit towards the coastal zone. The information generated and the ethnomapping approach used in this study should be considered in future studies, on ethnoecological research and to improve the understanding on the reproductive migration of these species. Furthermore, these observations should be considered in the elaboration of public policies for the management and conservation of fishery resources and to support environmental impact assessment of construction and infrastructure projects.

Keywords: ethnobiology, fish migration, fisheries management, geographic information system, shrimp migration

INTRODUÇÃO

Comunidades humanas que dependem de recursos naturais possuem um conhecimento detalhado sobre a biologia e ecologia de plantas e animais (Berkes, 1999). O conhecimento ecológico local (CEL) de pescadores é um tipo de conhecimento tradicional que vem sendo bastante estudado nas últimas décadas por uma ciência multidisciplinar comumente conhecida como etnobiologia, “o estudo do conhecimento e das conceituações desenvolvidas por qualquer sociedade a respeito da biologia” (Posey, 1992; Berkes, 1999; Hanazaki, 2015).

Os estudos sobre o CEL de pescadores contribuem com informações importantes sobre a distribuição, a reprodução e a migração de peixes e invertebrados bentônicos, ainda, auxiliam no manejo dos recursos pesqueiros e na delimitação de áreas protegidas (Aswani & Lauer, 2006; Le Fur et al., 2011; Herbst & Hanazaki, 2014; Silvano et al., 2006; Hamilton et al., 2012). Especialmente em casos em que não há dados disponíveis, o conhecimento de pescadores é, frequentemente, a única fonte de informação disponível sobre os recursos pesqueiros, quanto à variação no estoque e/ou sobre alterações ambientais que influenciam a biologia dos recursos (Johannes et al., 2000; Azzurro et al., 2011; Tesfamichael et al., 2014; Hallwass et al., 2020).

Pescadores artesanais das zonas costeiras do Brasil exploram várias espécies, sendo que poucas são bem estudadas em relação à sua biologia e ecologia. Além disso, esses pescadores têm sido negligenciados nos processos governamentais de elaboração de normas e práticas de manejo aplicadas no Brasil (Begossi, 2006; Diegues, 2008). Begossi & Silvano (2008) apontam para a necessidade de precaução na implementação de um manejo com poucos dados sobre a ecologia dos recursos pesqueiros na zona costeira brasileira. Situação que se repete em zonas costeiras de vários países em desenvolvimento (Ruddle & Hickey, 2008), o que torna a utilização do CEL dos pescadores imprescindível para o manejo dos recursos pesqueiros.

Com o aumento da acessibilidade a tecnologias da informação, o uso de técnicas baseadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG) vem sendo utilizado para acessar o conhecimento de pescadores para analisar de forma integrada com o conhecimento científico (Anuchiracheeva et al., 2003; Hall & Close, 2007; Gerhardinger et al., 2009; Selgrath et al., 2016). Não obstante, técnicas de SIG vêm

sendo utilizadas para delimitar Áreas Marinhas Protegidas na Oceania (e.g. Aswani & Lauer, 2006; Hamilton et al., 2012) e na América do Norte (e.g. Scholz et al., 2004). A partir do protocolo elaborado por Close & Hall (2006), vários trabalhos aplicaram SIG para acessar o CEL de pescadores, a maioria abordando a utilização espacial de recursos em pescarias artesanais de ecossistemas marinhos (Hall & Close, 2007; De Freitas & Tagliani, 2009; Moreno-Báez et al., 2010), ou avaliando a distribuição espacial das capturas por esforço pesqueiro (CPUE) (Léopold et al., 2014).

Apesar de vários exemplos da utilização de SIG para acessar o CEL de pescadores, os estudos que utilizaram essa abordagem para avaliar a migração se limitaram a representação ilustrada de padrões migratórios (Nunes et al., 2019; Silvano et al., 2006; Le fur et al., 2011) ou focaram na reprodução, explorando a ocorrência espacial e sazonal de fêmeas adultas e jovens (Leite & Gasalla, 2013).

Os peixes e invertebrados aquáticos migram para realizar a reprodução, a alimentação ou para proteção contra predadores. As espécies migratórias são fonte importante de recursos para comunidades de pescadores artesanais (Herbst & Hanazaki, 2014; Silvano et al., 2006; Hallwass et al., 2013), e podem transportar nutrientes entre ambientes com produtividade distintas, por exemplo, a migração de ambientes estuarinos para ambientes marinhos (Deegan, 1993; Francis & Côté, 2018). Portanto, conhecer a migração dos recursos pesqueiros é fundamental para a conservação dos estoques e dos ecossistemas. Entretanto, o estudo do comportamento migratório de animais é bastante desafiador e pode ser custoso financeiramente, pois geralmente requer amostragem intensiva de indivíduos, em uma grande área, com o uso de tecnologia cara, como telemetria e rastreamento por satélite (Huntington et al., 2004; Osorio et al., 2011).

Considerando, ainda, que grandes centros urbanos no mundo se desenvolveram no entorno de ambientes estuarinos, historicamente, estes ambientes sofrem intensa atividade antrópica, as quais podem ocasionar a degradação da qualidade da água (Miranda et al., 2002) e assim interferir nos processos biológicos de diferentes espécies residentes ou visitantes estuarinas.

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar os principais padrões migratórios (rotas migratórias e sazonalidade) de cinco recursos pesqueiros em um ecossistema estuarino e costeiro subtropical do Atlântico Sul, através de mapeamentos baseados em SIG, a partir do CEL de pescadores. Foram

selecionadas quatro espécies de peixes (bagre-branco - *Genidens barbus*, robalo-peva - *Centropomus parallelus*, robalo-flecha - *Centropomus undecimalis* e paru - *Chaetodipterus faber*) e o camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*).

Este estudo buscou responder as seguintes questões: Quais são os padrões migratórios das espécies analisadas segundo o CEL de pescadores? A utilização de SIG para acessar o CEL de pescadores pode contribuir na avaliação de impactos ambientais e fornecer informações aplicáveis ao manejo e a conservação dos recursos pesqueiros?

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O Complexo Estuarino de Paranaguá é um sistema estuarino subtropical com uma área de 551,8 km², composto por manguezais, marismas e praias (Noernberg et al., 2006), localizado sob as coordenadas 25°15'S / 48°45'W e 25°35'S / 48°10'W, e constituído pelas baías de Antonina, de Paranaguá, das Laranjeiras, de Guaraqueçaba e de Pinheiros (SPVS, 1992). O Complexo Estuarino de Paranaguá encontra-se dividido em dois eixos principais de orientação, sendo o eixo Leste-Oeste, com aproximadamente 56 km de comprimento, e o eixo Norte-Sul, com cerca de 30 km de comprimento (Andriguetto Filho et al., 2006) (Fig. 1). Esta região é habitada por mais de 3.700 pescadores artesanais registrados em alguma entidade como associações ou colônias de pescadores, que tem a pesca de pequena escala como base de sua economia (Mendonça et al., 2017).

O Complexo Estuarino de Paranaguá conta com dois portos, o Porto de Antonina e o Porto de Paranaguá, o maior porto de produtos agrícolas da América Latina, que em função de suas intensas atividades já tem causado impactos, como a redução da abundância e riqueza de espécies de peixes (Parizotti et al., 2015). Somado a isto, recentemente o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão responsável pelo licenciamento ambiental, liberou a licença de instalação de um terceiro porto, no município de Pontal do Paraná, entre as comunidades localizadas na Zona Costeira Sul e Baía de Paranaguá.

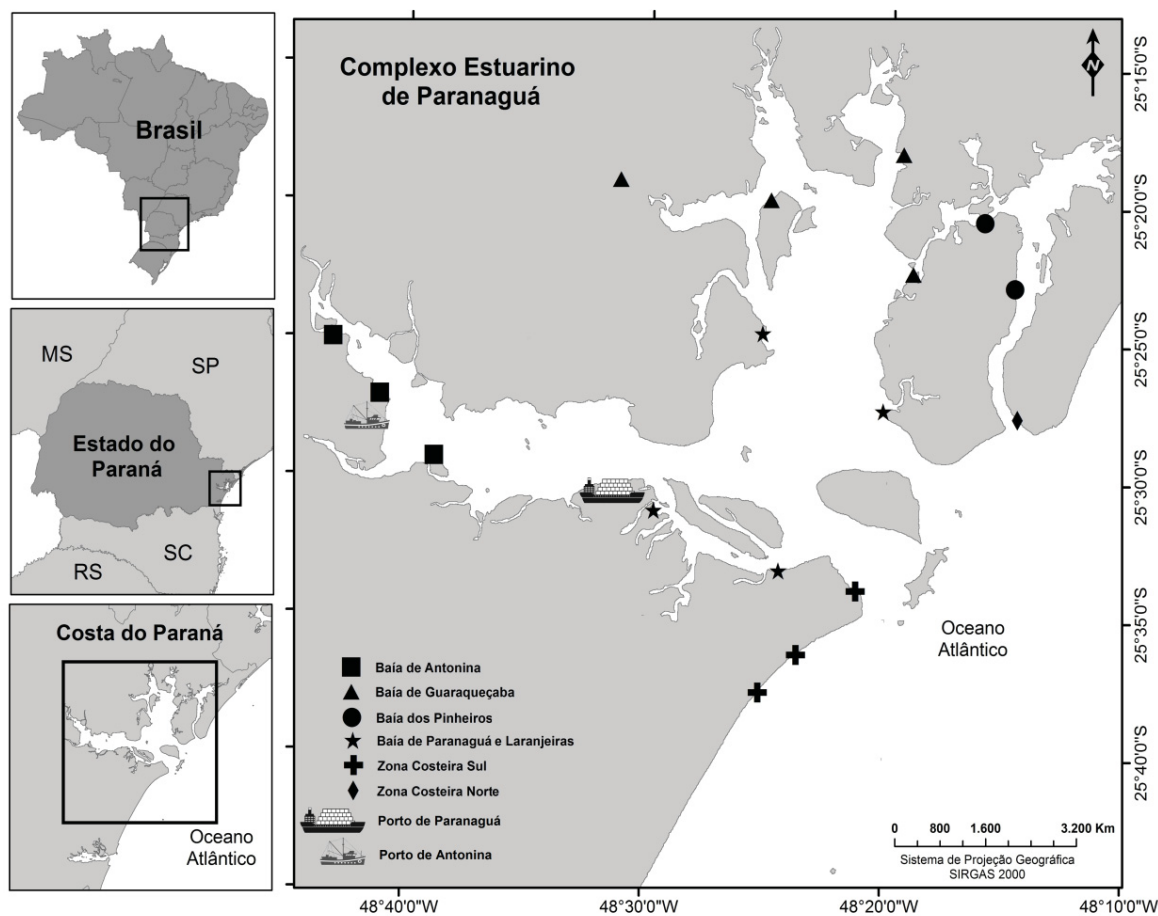


Figura 1. Complexo Estuarino de Paranaguá com as comunidades de pescadores visitadas neste estudo e agrupadas por baía ou zona costeira correspondente (símbolos). Os nomes e a localização das comunidades encontram-se disponíveis como material suplementar (Anexo I).

Coleta de dados - entrevistas

O universo amostral de entrevistados para a obtenção de dados deste estudo foi constituído por 132 pescadores, distribuídos em 17 comunidades, as quais foram agrupadas em seis zonas de acordo com a localização na região do Complexo Estuarino de Paranaguá e sua zona costeira adjacente (Fig. 1). O nome e a localização correspondente de cada comunidade foram disponibilizados como material suplementar (Anexo I).

A busca por entrevistados foi realizada a partir de visitas e consultas prévias as lideranças das associações ou das colônias de pescadores. Nessas visitas e

reuniões, foi solicitado o consentimento dos membros das comunidades para a realização do estudo com os pescadores, através da realização de entrevistas com os mesmos. Além disso, foi solicitado o consentimento individual, livre e esclarecido aos pescadores participantes. Para a seleção de participantes foi utilizado o método bola de neve junto às comunidades, formando cadeias de referências em que a própria comunidade e os participantes iniciais indicam potenciais participantes e, assim, sucessivamente (Bernard, 1995). Para a seleção de entrevistados foram considerados somente pescadores artesanais que citaram a pesca como atividade importante para a subsistência.

Dentro das seis zonas estabelecidas na área de estudo, buscou-se a distribuição dos participantes visando uma amostragem suficiente para a realização das análises quali-quantitativas, a fim de responder aos objetivos propostos (Baía de Antonina, n = 17; Baía de Guaraqueçaba, n = 24; Baía dos Pinheiros, n = 19; baías de Paranaguá e Laranjeiras, n = 27; Zona Costeira Sul, n = 24 e Zona Costeira Norte, n = 21). As entrevistas tiveram o auxílio de um questionário semiestruturado com perguntas sobre o perfil socioeconômico dos participantes, a atividade pesqueira e o conhecimento sobre a migração dos recursos pesqueiros (Anexo II). A validação das informações obtidas para cada espécie analisada ocorreu através de catálogo de imagens (Anexo III), para a identificação correta dos *taxa*, com base em seus nomes populares (Silvano et al., 2006).

Durante visitas prévias as comunidades (fase piloto do estudo), foram selecionadas cinco espécies, as quais foram observadas em mercados de pescados e/ou constatadas a sua importância para subsistência dos pescadores artesanais. Os recursos pesqueiros selecionados foram quatro espécies de peixes (*Genidens barbatus*, *Centropomus parallelus*, *Centropomus undecimalis* e *Chaetodipterus faber*) e uma espécie de camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*). Além disso, em conversas informais com pescadores e considerando o conhecimento dos pesquisadores envolvidos no estudo, foi constatado que havia evidências de que os recursos pesqueiros selecionados realizam migração e apresentam variação sazonal nas capturas em áreas estuarinas ou costeiras.

Análise de dados

Inicialmente foram incluídas as respostas dos pescadores concedidas de forma oral, realizadas durante as entrevistas, considerando todos os participantes (132). Informações gerais, como a média de idade, experiência na pesca, gênero e escolaridade, sobre as comunidades pesqueiras estudadas foram apresentadas descritivamente nos resultados.

O número de participantes que forneceu informações para cada espécie e a frequência absoluta (n) de respostas sobre a migração foram apresentados como tabela nos resultados. As respostas sobre a pergunta “por que as espécies migram?” foram analisadas somente para os pescadores que identificaram as espécies como migratórias. Para as respostas dos pescadores sobre a sazonalidade da atividade reprodutiva das espécies, bem como o tipo de movimento migratório indicado, as respostas também foram analisadas por sua frequência absoluta (n) e representadas graficamente.

Etnomapeamento baseado em SIG

Foram utilizadas imagens de satélite do sensor *Landsat 8* e solicitado aos pescadores que indicassem (esboçando com desenhos) as rotas migratórias dos recursos pesqueiros. Ao todo 39 pescadores participaram de forma individual do etnomapeamento, sendo sete (n=7) na Baía de Antonina, seis (n=6) na Baía de Guaraqueçaba, cinco (n=5) na Baía dos Pinheiros, seis (n=6) na Baía de Paranaguá e Laranjeiras, seis (n=6) na Zona Costeira Sul e nove (n=9) na Zona Costeira Norte. Desta forma, os mapas foram adequados em escala apropriada para cada ambiente e para cada realidade específica, facilitando o reconhecimento das localidades por parte dos entrevistados (Close & Hall, 2006). Tendo em vista que nem todos os pescadores possuíam habilidades para a localização de referências nas imagens de satélite, foram criados, para cada comunidade, mapas específicos da área de estudo. Utilizou-se uma escala de 1:125.000 para as comunidades localizadas no interior do Complexo Estuarino de Paranaguá e de 1:385.000 para as comunidades localizadas na costa (cf. Anexo V).

Posteriormente, foram realizadas as conversões dos mapas para um banco de dados SIG, utilizando o software ArcGIS® 10.5. O banco de dados digital foi criado através do georreferenciamento de cada imagem e vetorização de cada rota migratória indicada pelos pescadores. Com isso, para cada zona estabelecida dentro

da área de estudo, um banco de dados específico foi criado, contendo as indicações dos pescadores sobre as rotas migratórias vetorizadas para cada recurso pesqueiro.

Os bancos de dados de cada zona, para cada recurso pesqueiro analisado, foram unidos espacialmente para contemplar toda a área de estudo. A partir da junção dos vetores gerou-se uma matriz espacial de frequência das rotas migratórias, gerando os mapas de calor (*heatmap*) para cada espécie, com as cores mais quentes indicando maior sobreposição e cores mais frias menor sobreposição de rotas migratórias desenhadas pelos pescadores. Os resultados finais foram interpolados com o intuito de uma melhor representação espacial para todo o Complexo Estuarino de Paranaguá. Tal procedimento visa estimar valores de locais não amostrados, baseando-se em valores de dados observados em locais conhecidos (Burrough, 1986).

Por meio dos mapas de calor, foram criados cenários que representam os padrões migratórios para cada espécie analisada, a partir das informações obtidas através do conhecimento ecológico dos pescadores das seis zonas do Complexo Estuarino de Paranaguá e zona costeira adjacente.

RESULTADOS

Os participantes deste estudo apresentaram média de idade de 53,3 anos ($\sigma = 15,3$ anos), variando entre a idade mínima de 20 e máxima 84 anos. A experiência média de pesca dos participantes foi de 41,88 anos ($\sigma = 15,18$) e a média de idade inicial dos entrevistados na pesca foi de 11,29 anos ($\sigma = 4,14$).

A escolaridade predominante dos participantes é o ensino fundamental incompleto ($n=100$; 76%), seguido de fundamental completo ($n=13$; 10%), ensino médio completo ($n=9$; 7%), médio incompleto ($n=5$; 4%), três entrevistados são não alfabetizados e dois possuem curso superior completo. A pesca é a principal atividade econômica para a maioria dos entrevistados ($n=122$; 92%), incluindo aqueles que estão aposentados pela pesca, mas seguem pescando para complementar a renda ou para a subsistência.

A abordagem baseada no CEL de pescadores revelou os principais padrões migratórios das espécies analisadas na área de estudo. Segundo os participantes, a migração dos recursos pesqueiros é principalmente relacionada com processos reprodutivos (Tab. 1), ou seja, de um sítio não reprodutivo para um sítio reprodutivo, e os padrões migratórios diferem entre as espécies. Constatou-se também que a migração dos recursos pesqueiros ocorre principalmente nos meses mais quentes, entre dezembro e fevereiro, no final da primavera e no verão, com movimentos de entrada e saída do estuário. A exceção foi o camarão-branco que realiza migração no final do verão e no outono (entre os meses de fevereiro a maio).

Dos 132 pescadores entrevistados no presente estudo, somente 39 estiveram aptos a indicar o comportamento migratório dos recursos pesqueiros nas imagens de satélite. Entre os motivos que impediram parte dos entrevistados de realizar o etnomapeamento, estão: a inabilidade para ler mapas (pouca prática ou visão prejudicada), as condições em que a entrevista foi realizada (fortes ventos ou com a embarcação em movimento) e ainda a falta de prática ou timidez com o uso de canetas ou lápis.

Tabela 1. Número de pescadores entrevistados no Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente, sobre a migração dos recursos pesqueiros: bagre-branco - *Genidens barbus*; robalo-peva - *Centropomus parallelus*; robalo-flecha - *C. undecimalis*; paru - *Chaetodipterus faber* e o camarão-branco - *Litopenaeus schmitti*.

| Espécies | Pescadores | Realiza migração? | | | Por que as espécies migram? | | | |
|-----------------------|------------|-------------------|-----|----------|-----------------------------|-------------|--------|----------|
| | | Sim | Não | Não sabe | Reprodução | Alimentação | Chuvas | Não sabe |
| <i>G. barbus</i> | 95 | 77 | 10 | 8 | 56 | 3 | 0 | 18 |
| <i>C. parallelus</i> | 79 | 59 | 18 | 2 | 19 | 6 | 5 | 29 |
| <i>C. undecimalis</i> | 51 | 44 | 3 | 4 | 14 | 2 | 2 | 26 |
| <i>C. faber</i> | 59 | 45 | 6 | 8 | 26 | 3 | 0 | 16 |
| <i>L. schmitti</i> | 104 | 97 | 3 | 4 | 19 | 9 | 7 | 62 |

O bagre-branco é capturado pela maioria dos pescadores (n = 95; 72%) e, segundo os participantes, realiza migração reprodutiva da zona costeira para o estuário, principalmente entre os meses de outubro a dezembro (Fig. 2a). O etnomapeamento demonstrou que a espécie adentra praticamente todas as baías e rios do Complexo Estuarino de Paranaguá (Fig. 2b).

O robalo-peva é capturado por 79 dos 132 pescadores entrevistados (60%). Segundo os participantes, os principais movimentos migratórios da espécie são realizados do complexo estuarino para a zona costeira e da zona costeira para a baía (Fig. 3a), principalmente nos meses mais quentes. Movimentos entre trechos mais curtos, como dos rios para as baías e vice versa, também foram indicados pelos pescadores, porém, com menor frequência absoluta. É possível observar na Figura 3b que, assim como *G. barbus*, os movimentos migratórios ocorrem por todo o complexo estuarino e zona costeira, contudo, com maior frequência de rotas indicadas pelos pescadores para áreas mais próximas a desembocadura do estuário.

O robalo-flecha é capturado por 52 participantes. Os pescadores indicaram que a espécie realiza movimentos migratórios, principalmente no sentido do estuário para a zona costeira, com pico nos meses mais quentes, e da zona costeira para o estuário, ao final do verão e começo do outono (Fig. 4a). Entretanto, os movimentos estão mais restritos a desembocadura do estuário, conforme indicaram os pescadores no etnomapeamento (Fig. 4b).

O paru é capturado por 59 pescadores que participaram deste estudo. Segundo os entrevistados, a espécie realiza migração reprodutiva nos meses mais quentes, adentrando o estuário, vindo da zona costeira (Fig. 5a). Contudo, é possível observar na Figura 6b, que esse movimento ocorre em áreas mais próximas da desembocadura do estuário, com maior concentração na baía de Paranaguá e baía dos Pinheiros.

O camarão-branco é capturado pela maioria dos pescadores participantes ($n = 104$). Segundo os entrevistados, o principal movimento migratório realizado pela espécie é no sentido do estuário para a zona costeira, ao final do verão e durante no outono (Fig. 6a). A Figura 6b indica que esse movimento de saída do estuário ocorre por praticamente todo o complexo estuarino.

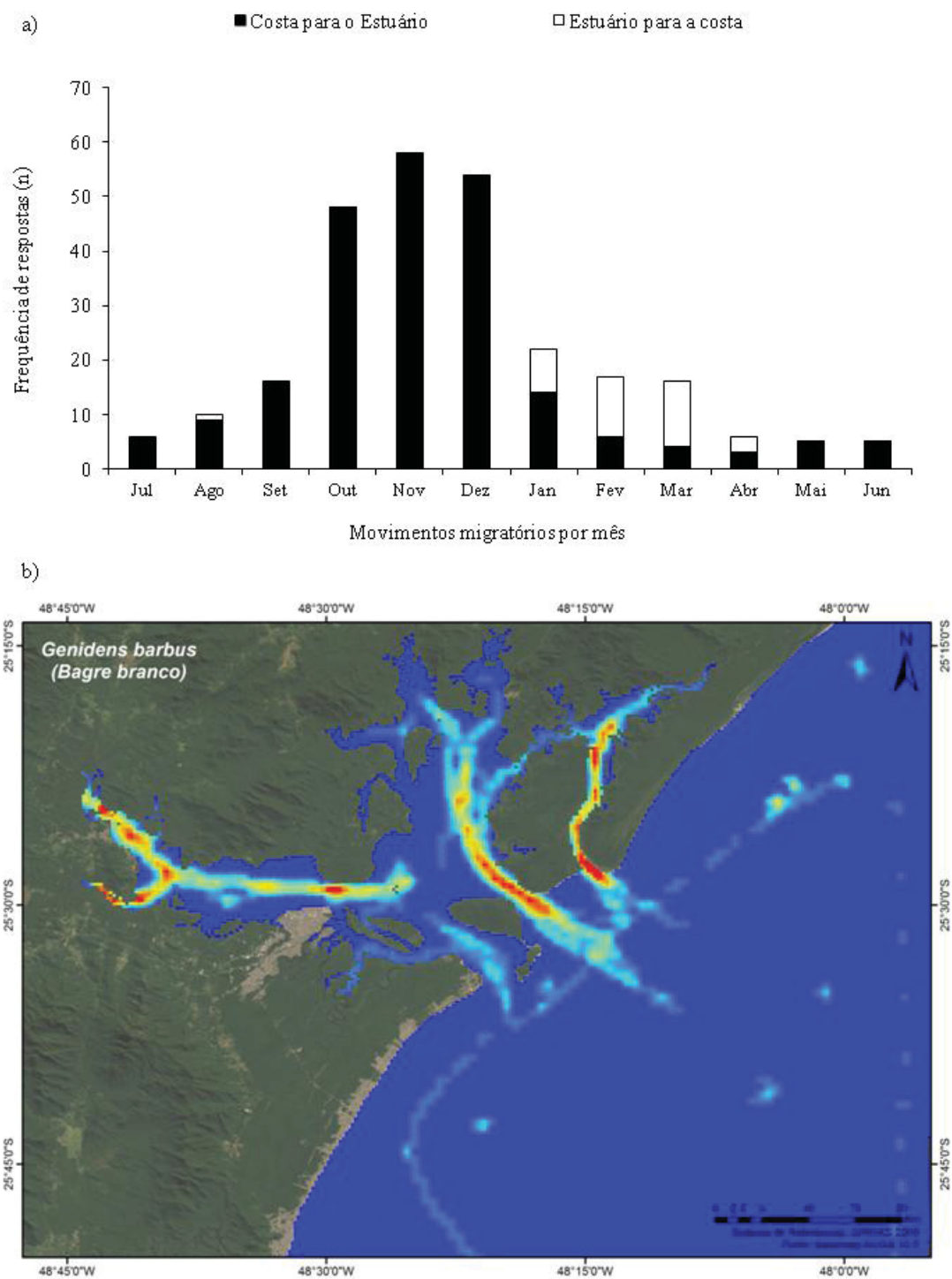


Figura 2: a) Sazonalidade e sentido da migração reprodutiva de *G. barbus* segundo as entrevistas com os pescadores (n=77) do Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente; b) Frequência das rotas migratórias da espécie, obtidas através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão na indicação dos movimentos pelos pescadores (n=22).

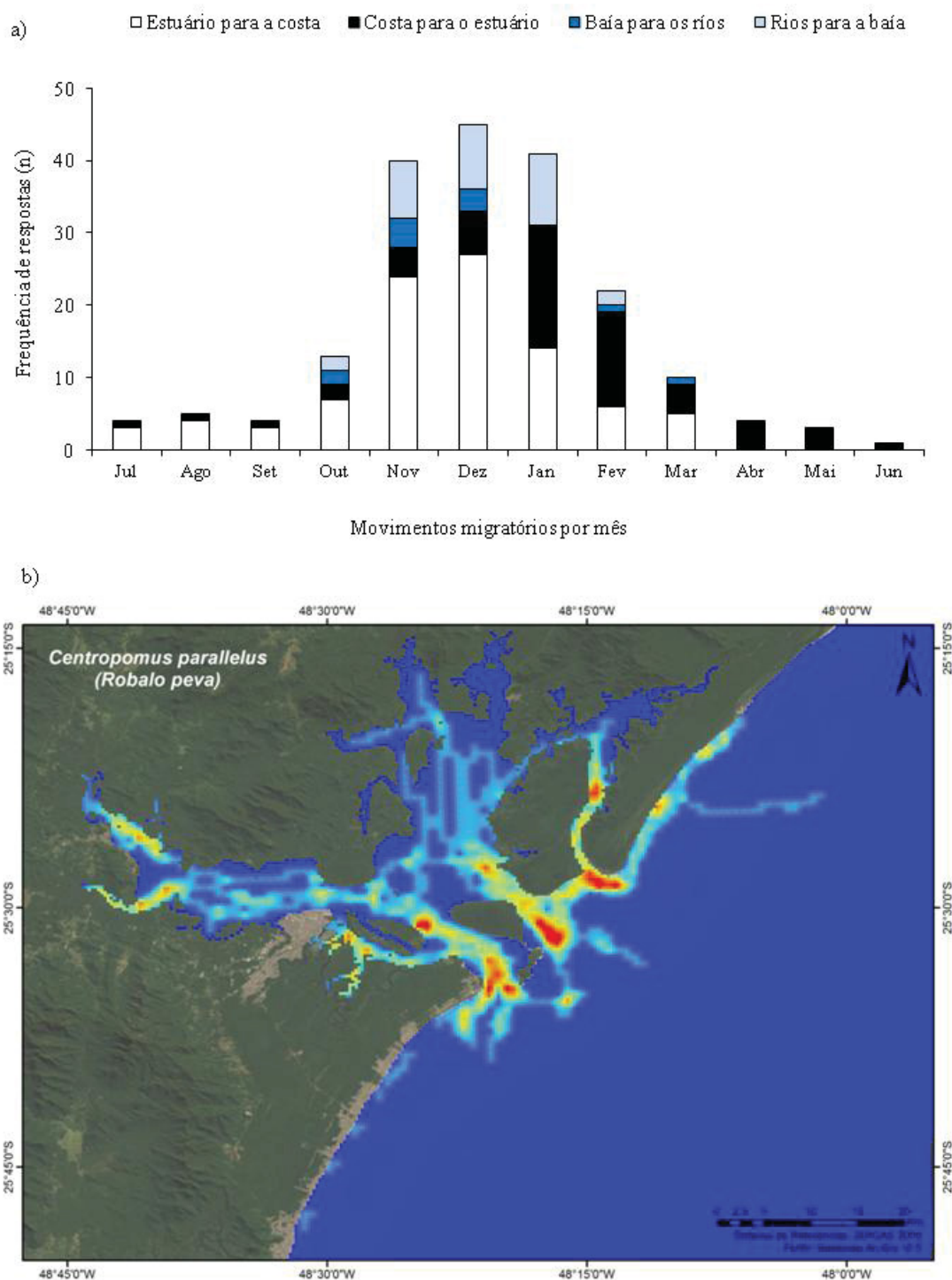


Figura 3. a) Sazonalidade e sentido da migração de *C. parallelus* segundo as entrevistas com os pescadores (n=59) do Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente; b) Frequência das rotas migratórias da espécie, obtidas através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão de movimentos migratórios indicados pelos pescadores (n=18).

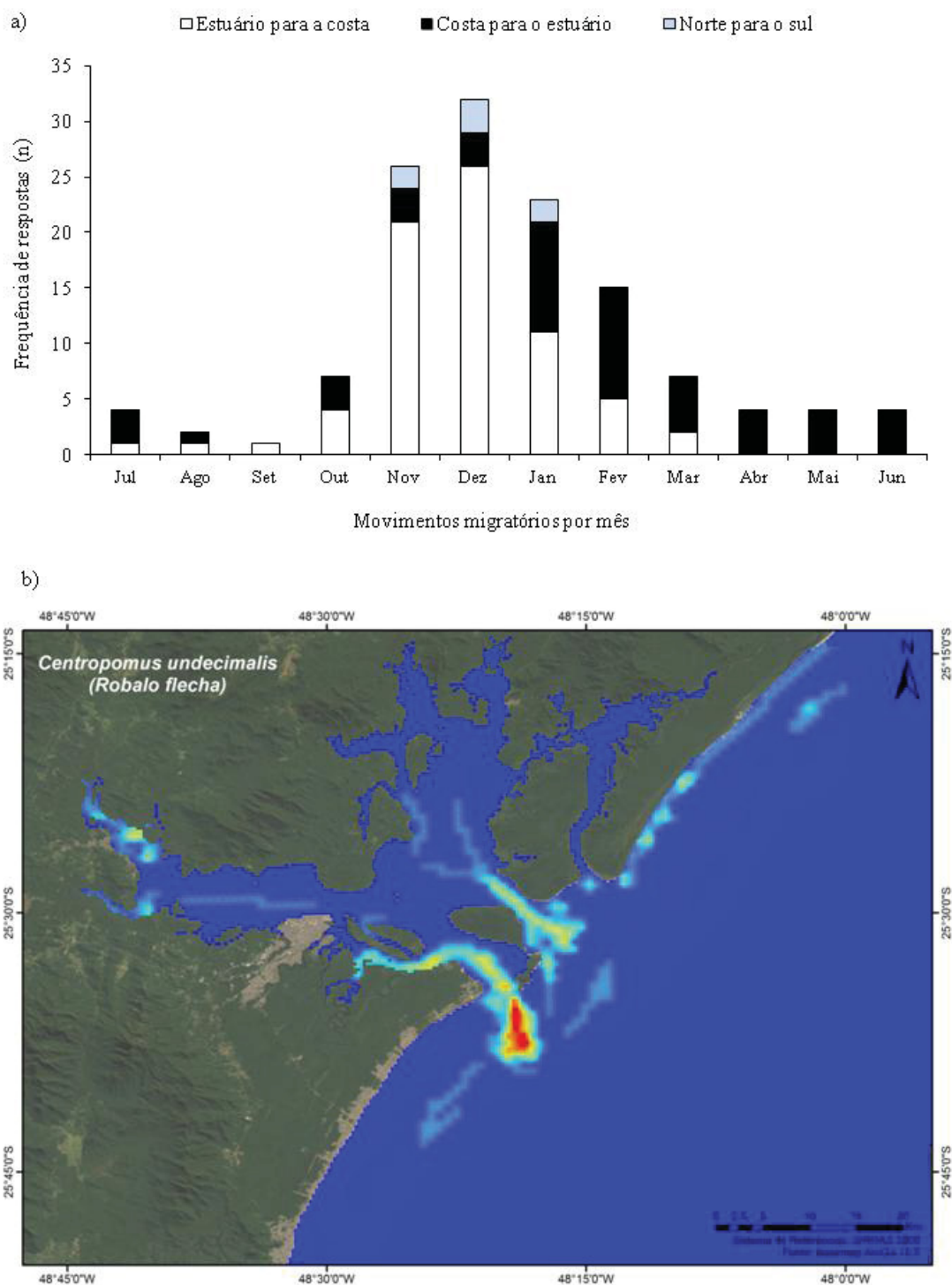


Figura 4. a) Sazonalidade e sentido da migração de *C. undecimalis* segundo as entrevistas com os pescadores (n=44) do Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente; b) Frequência das rotas migratórias da espécie, através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão de movimentos migratórios indicados pelos pescadores (n=8).

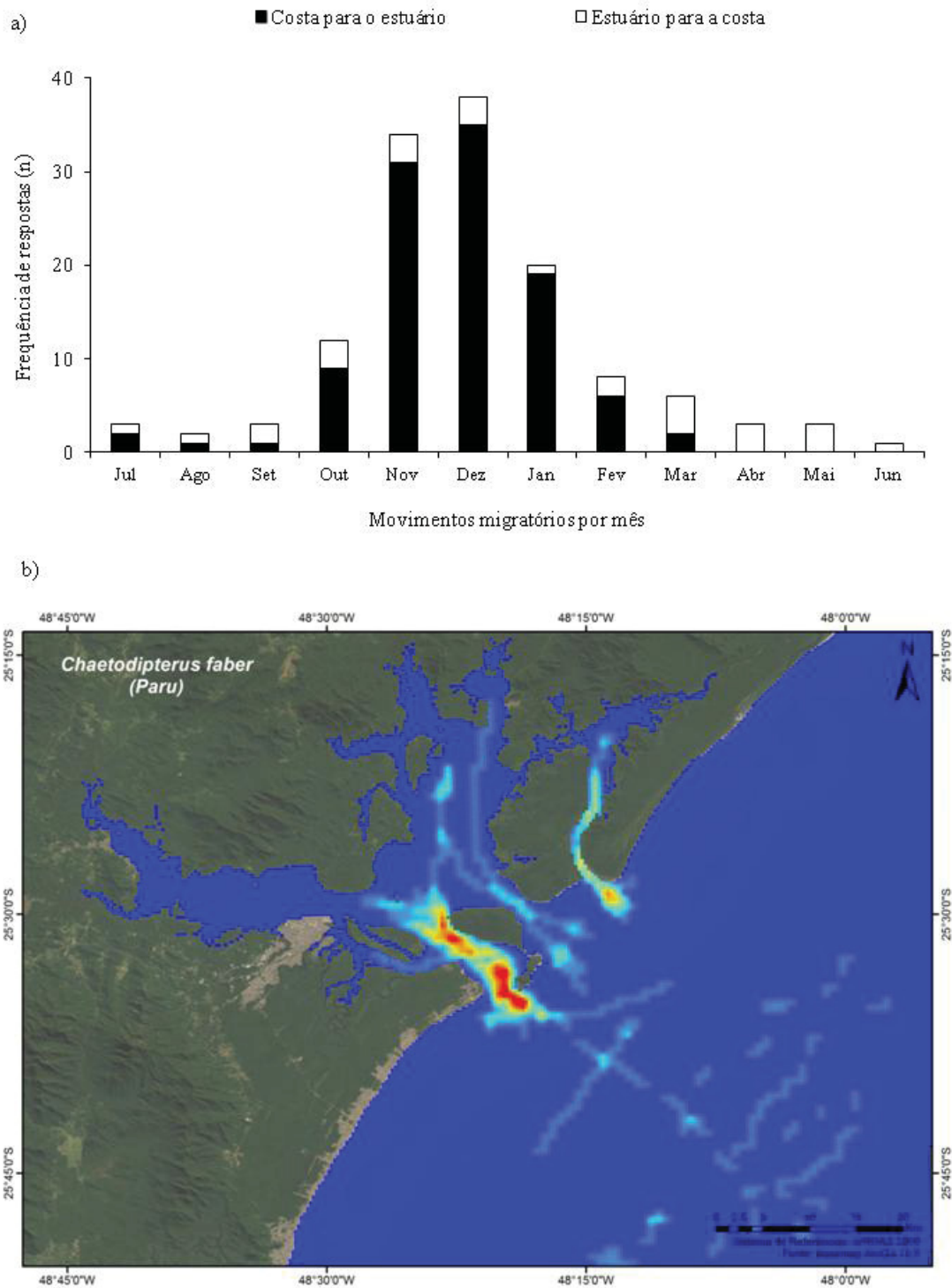


Figura 5. a) Sazonalidade e sentido da migração reprodutiva de *C. faber* segundo as entrevistas com os pescadores (n=45) do Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente; b) Movimentos migratórios da espécie obtidos através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão de movimentos migratórios indicados pelos pescadores (n=11).

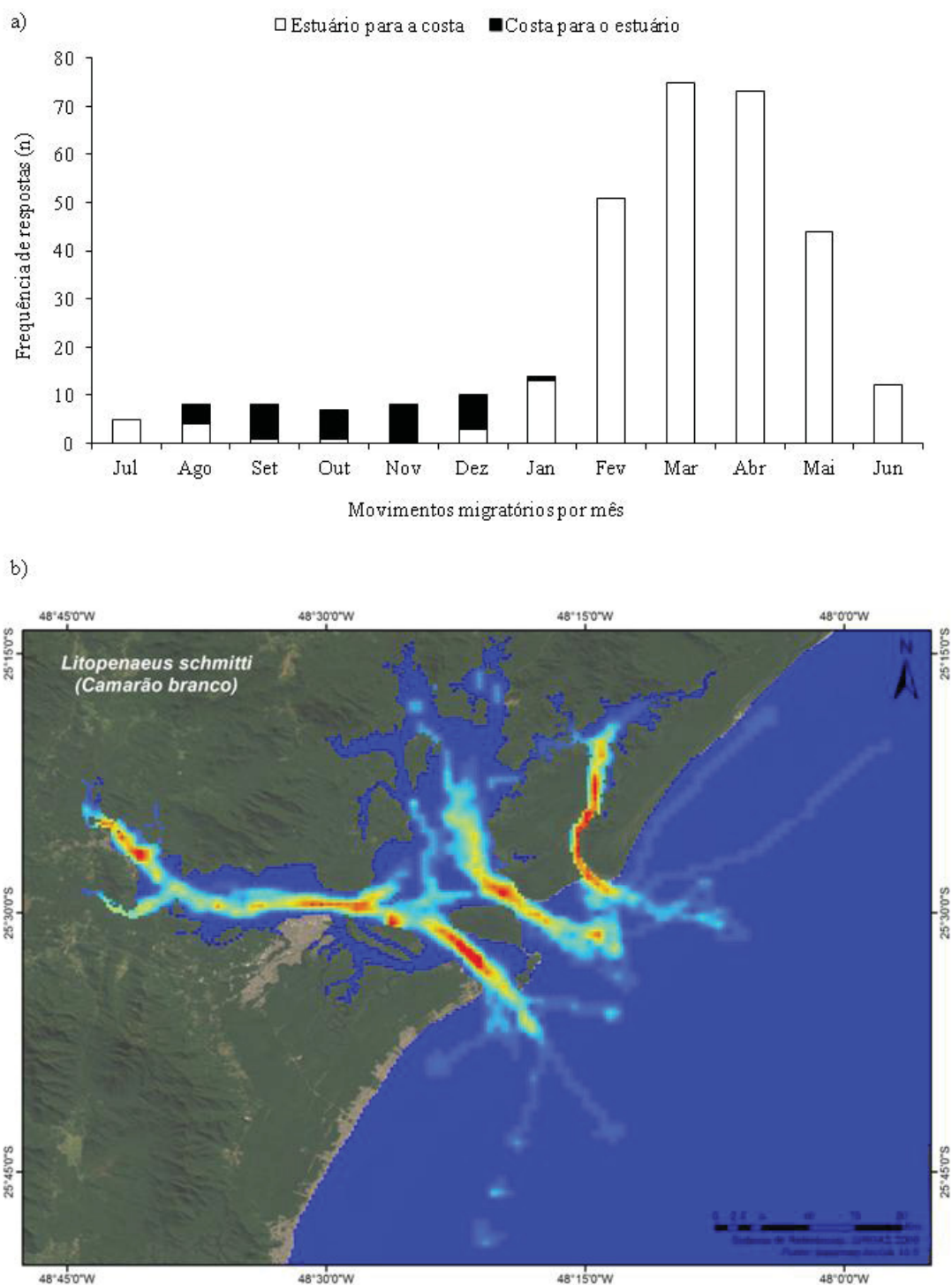


Figura 6. a) Sazonalidade e sentido da migração de *L. schmitti* segundo as entrevistas com os pescadores (n=97) do Complexo Estuarino da Paranaguá e área costeira adjacente; b) Frequência das rotas migratórias da espécie, através do etnomapeamento. A intensidade da cor vermelha representa maior coesão e a cor azul claro representa menor coesão nas respostas sobre os movimentos migratórios indicados pelos pescadores (n=23).

DISCUSSÃO

O uso de mapeamentos baseados em SIG como ferramenta para acessar o CEL de pescadores se mostrou uma abordagem promissora para a identificação e a localização dos principais padrões migratórios das espécies analisadas, além de quantificar no espaço a coesão de respostas dos participantes. Apesar de vários exemplos na literatura científica sobre a utilização de SIG para acessar o conhecimento de pescadores (e.g. Close & Hall, 2006; Hall & Close, 2007; Anuchiracheeva et al., 2003; Moreno-Báez et al., 2010; Selgrath et al., 2016), este é um dos primeiros estudos que utiliza essa abordagem para analisar os movimentos migratórios de recursos pesqueiros. Até então, outros estudos que acessaram o conhecimento de pescadores para analisar a migração e a reprodução das espécies, utilizaram a representação ilustrada de padrões migratórios indicados pela frequência de respostas das entrevistas (e.g. Herbst & Hanazaki, 2014; Silvano et al., 2006; Le fur et al., 2011; Nunes et al., 2019).

Neste estudo, exemplificou-se como essa abordagem pode ser utilizada para o estudo da migração reprodutiva dos recursos pesqueiros, para a identificação de áreas importantes para a reprodução e servir de base para estratégias de gestão pesqueira, como a elaboração de períodos de defeso que restringem ou limitam a captura durante a migração reprodutiva das espécies. Por este mesmo motivo, o CEL também tem sido utilizado para delimitar ou propor áreas marinhas protegidas, com vários exemplos na literatura científica de casos em que houve a aplicação de ferramentas SIG para aumentar a participação dos pescadores nesse processo (Aswani & Lauer, 2006; Scholz et al., 2004; Hamilton et al., 2012; de Oliveira Leis et al., 2019).

Sobre a abordagem baseada no CEL, é importante considerar que o conhecimento dos pescadores artesanais sobre a migração dos recursos pesqueiros limita-se a experiência local destes participantes e que os padrões migratórios representados pelo etnomapeamento são apenas parte de todos os movimentos migratórios realizados pelas espécies analisadas, que ocorrem no Complexo Estuarino de Paranaguá e zona costeira adjacente. Além disso, existem áreas dentro do Complexo Estuarino de Paranaguá, como rios e enseadas, ao norte da baía de Guaraqueçaba, que são pouco habitadas e conseqüentemente menos exploradas pelos pescadores. Por isso, considera-se que essas áreas foram

também menos amostradas, o que pode explicar porque *G. barbus*, *C. parallelus* e *L. schmitti* parecem não utilizar tais áreas durante a sua migração, entretanto, segundo o etnomapeamento utilizado para avaliar estas populações ficou constatado que os espécimes adentram ou retiram-se de outros rios e enseadas do complexo estuarino. Estudos futuros que utilizem ferramentas de geoprocessamento aplicadas à ecologia podem tentar minimizar esse viés amostral através de modelagem espacial aplicada a migração das espécies.

O estudo do comportamento migratório de animais é bastante desafiador e custoso financeiramente, pois geralmente requer amostragem intensiva de indivíduos em uma grande área, as tecnologias são caras e o período de amostragem exige monitoramentos de médio a longo e prazos (Huntington et al., 2004; Osorio et al., 2011). Entretanto, com os resultados obtidos neste estudo, foi possível demonstrar a eficiência do método utilizada (expressar o conhecimento de pescadores a partir de técnicas de SIG), para o estudo sobre a migração reprodutiva das espécies, que demanda menos recursos financeiros quando comparada com a amostragem biológica convencional.

Os peixes *G. barbus* e *C. faber* migram da zona costeira para o estuário durante os meses mais quentes. Segundo os pescadores, os movimentos migratórios estão associados à reprodução dessas espécies, o que foi corroborado pelas informações obtidas na literatura científica (Reis, 1986; Soeth et al., 2018). A diferença é que *C. faber* limita-se a áreas específicas, mais próximas a desembocadura do estuário e *G. barbus* adentra por praticamente todas as baías e rios do complexo estuarino.

Os peixes *C. parallelus* e *C. undecimalis* apresentaram padrões migratórios mais complexos, segundos os pescadores, com mais tipos de movimentos detectados nas respostas, sugerindo que os peixes realizam entrada e saída do estuário nos meses mais quentes. O robalo-peva é descrito como anfídromo na literatura científica biológica (Daros et al., 2016) e em outro estudo com base no CEL (Silvano et al., 2006), ao encontro do que revelou o conhecimento dos pescadores apresentado neste estudo. Os padrões migratórios observados para o gênero *Centropomus* reforçam a necessidade de conservação dos ambientes do Complexo Estuarino de Paranaguá, como os seus rios, baías e a zona costeira adjacente, para a proteção da reprodução das espécies e a conservação destes recursos pesqueiros.

Segundo os pescadores, *L. schmitti* realiza migração do complexo estuarino para a zona costeira, sem retornar ao estuário. Diferentemente das outras espécies, essa migração ocorre durante o outono. É provável que a migração do camarão-branco seja realizada por indivíduos jovens e pré-adultos que buscam a zona costeira onde ocorre a reprodução da espécie, enquanto os estuários são utilizados para o crescimento dos indivíduos jovens (dos Santos et al., 2008; Machado et al., 2009).

Considerando as espécies analisadas, pouco se conhecia sobre os padrões migratórios dos recursos pesqueiros do Complexo Estuarino de Paranaguá e sua zona costeira adjacente. Apesar dessa área já contar historicamente com dois terminais portuários em pleno funcionamento, os impactos ambientais dessas atividades sobre a migração dos peixes e invertebrados carecem de estudos de avaliação e dados de monitoramento pesqueiro. Segundo o etnomapeamento realizado, muito provavelmente os peixes *C. parallelus*, *G. barbus*, *C. faber* e o camarão *L. schmitti* utilizam como corredor migratório parte dos canais de navegação portuários e/ou áreas próximas dos terminais.

Para que sejam avaliados possíveis impactos ambientais causados pelas atividades humanas sobre a migração dos recursos pesqueiros, é fundamental que se conheça os padrões migratórios e os aspectos reprodutivos das espécies. Contudo, novos terminais portuários têm sido licenciados para a região do Complexo Estuarino de Paranaguá, sem que sejam devidamente avaliados os impactos dos terminais já existentes sobre a migração reprodutiva das espécies. Nesse sentido, o CEL de pescadores pode se tornar um aliado importante e, inclusive, contribuir para a avaliação de impactos ambientais causados por grandes empreendimentos sobre a migração dos recursos pesqueiros (Nunes et al. 2019).

CONCLUSÃO

Conhecer o comportamento migratório das espécies é fundamental para a manutenção dos estoques e conservação dos recursos pesqueiros, pois geralmente a migração está associada com a reprodução das espécies, ou seja, o deslocamento de uma área não reprodutiva para uma área reprodutiva. Através do uso de SIG como ferramenta para acessar e expressar o CEL de pescadores, foi possível

identificar a rota migratória dos recursos pesqueiros analisados e quantificar espacialmente a coesão de respostas dos participantes.

Cabe ressaltar que, para a maioria das espécies, as informações sobre a migração reprodutiva apresentadas neste trabalho são novas para a área de estudo, o que destaca a importância da abordagem baseada no CEL de pescadores. Os movimentos de entrada e saída das espécies do estuário variam de acordo com o ciclo de vida de cada recurso, ocorrendo principalmente nos meses mais quentes do ano (novembro a fevereiro).

As informações sobre a migração dos recursos pesqueiros geradas neste estudo, bem como as considerações metodológicas sobre a abordagem utilizada, devem ser aplicadas na elaboração de políticas voltadas a conservação dos estoques, como períodos de defeso ou áreas marinhas protegidas, ou ainda em estudos de impactos ambientais de empreendimentos e obras de infraestrutura.

REFERÊNCIAS

- Andriguetto Filho, J.M; P. T. C. Chaves, C. Santos & S. A. Liberati, 2006. Diagnóstico da Pesca no estado do Paraná. In Pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Editora Universitária UFPA, Belém do Pará.
- Anuchiracheeva, S., H. Demaine, G. P. Shivakoti, & K. Ruddle, 2003. Systematizing local knowledge using GIS: fisheries management in Bang Saphan Bay, Thailand. *Ocean & Coastal Management* 46(11-12): 1049-1068.
- Aswani, S., & M. Lauer, 2006. Benthic mapping using local aerial photo interpretation and resident taxa inventories for designing marine protected areas. *Environmental Conservation* 33(3): 263–273.
- Azzurro, E., P. Moschella, & F. Maynou, 2011. Tracking signals of change in Mediterranean fish diversity based on local ecological knowledge. *PLoS One* 6(9).
- Begossi, A. 2006. Temporal stability in fishing spots: conservation and co-management in Brazilian artisanal coastal fisheries. *Ecology & Society* 11: 5.
- Begossi, A. & R. A. M. Silvano, 2008. Ecology and ethnoecology of dusky grouper garoupa, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) along the coast of Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 4: 20.
- Bernard, H. R., 1995. *Research Methods in Anthropology: Qualitative and Quantitative Approaches*. 2^aed. United States of America, Altamira Press.
- Berkes, F., 1999. *Sacred ecology: traditional ecological knowledge and resource management*. Taylor & Francis, Philadelphia 209 pp.
- Burrough, P. A., 1986. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford: Clarendon Press 193p.
- Close, C. H., & G. B. Hall, 2006. A GIS-based protocol for the collection and use of local knowledge in fisheries management planning. *Journal of environmental management* 78(4): 341-352.
- Daros, F. A., H. L. Spach & A. T. Correia, 2016. Habitat residency and movement patterns of *Centropomus parallelus* juveniles in a subtropical estuarine complex. *Journal of fish biology* 88(5): 1796-1810.
- de Freitas, D. M. & P. R. A. Tagliani, 2009. The use of GIS for the integration of traditional and scientific knowledge in supporting artisanal fisheries

- management in southern Brazil. *Journal of Environmental Management* 90(6): 2071-2080.
- de Oliveira Leis, M., R. Devillers, R. P. Medeiros & R. Chuenpagdee, 2019. Mapping fishers' perceptions of marine conservation in Brazil: An exploratory approach. *Ocean & coastal management* 167: 32-41.
- Deegan, L. A. 1993. Nutrient and energy transport between estuaries and coastal marine ecosystems by fish migration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50(1): 74-79.
- Diegues A. C. 2008. Marine protected areas and artisanal fisheries in Brazil. In *Samudra monograph. International Collective in Support of Fishworkers*.
- dos Santos, J. L., E. Severino-Rodrigues, & M. André, 2008. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da Baixada Santista, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 34(3): 375-389.
- Francis, F. T., & I. M. Côté, 2018. Fish movement drives spatial and temporal patterns of nutrient provisioning on coral reef patches. *Ecosphere*, 9(5).
- Gerhardinger, L. C., E. A. Godoy & P. J. Jones, 2009. Local ecological knowledge and the management of marine protected areas in Brazil. *Ocean & Coastal Management* 52(3-4): 154-165.
- Hall, G. B., & C. H. Close 2007. Local knowledge assessment for a small-scale fishery using geographic information systems. *Fisheries Research* 83(1): 11-22.
- Hallwass, G., A. Schiavetti & R. A. M. Silvano, 2020. Fishers' knowledge indicates temporal changes in composition and abundance of fishing resources in Amazon protected areas. *Animal Conservation* 23(1): 36-47.
- Hallwass, G., P. F. Lopes, A. A. Juras, & R. A. M. Silvano, 2013. Fishers' knowledge identifies environmental changes and fish abundance trends in impounded tropical rivers. *Ecological Applications* 23(2): 392-407.
- Hamilton, R. J., M. Giningele, S. Aswani, J. L. Ecochard, 2012. Fishing in the dark- local knowledge, night spearfishing and spawning aggregations in the Western Solomon Islands. *Biological Conservation* 145: 246-257.
- Hanazaki, N., 2015. "Why are we so attached to the "ethno" prefix in Brazil?." *Scientometrics* 103.2: 545-554.

- Herbst, D. F & N. Hanazaki, 2014. Local ecological knowledge of fishers about the life cycle and temporal patterns in the migration of mullet (*Mugil liza*) in Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 12(4): 879-890.
- Huntington, H. P., R. S. Suydam & D. H. Rosemberg, 2004. Traditional knowledge and satellite tracking as complementary approaches to ecological understanding. *Environmental Conservation* 31: 177-180.
- Johannes, R. E., M. M. Freeman & R. J. Hamilton, 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 1(3): 257-271.
- Le fur, J., A. Guilavogui & A. Teitelbaum, 2011. Contribution of local fishermen to improving knowledge of the marine ecosystem and resources in the Republic of Guinea, West Africa. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68:1454-1469.
- Leite, M. C., & M. A. Gasalla, 2013. A method for assessing fishers' ecological knowledge as a practical tool for ecosystem-based fisheries management: Seeking consensus in Southeastern Brazil. *Fisheries Research* 145: 43-53.
- Léopold, M., N. Guillemot, D. Rocklin & C. Chen, 2014. A framework for mapping small-scale coastal fisheries using fishers' knowledge. *ICES Journal of Marine Science* 71(7): 1781-1792.
- Machado, I. F., L. F. C. Dumont & F. D'Incao, 2009. Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti* Decapoda, Penaeidae) in southern Brazil. *Atlântica* 31(2): 169-175.
- Mendonça, J. T., A. C. M. Lucena, L. D. Muehlmann, & R. P. Medeiros, 2017. Socioeconomia da pesca no litoral do estado do Paraná (Brasil) no período de 2005 a 2015. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 41.
- Miranda, L. B., B. M. Castro & B. Kjerfve, 2002. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. *Edusp* 42: 471.
- Moreno-Báez, M., B. J. Orr, R. Cudney-Bueno & W. W. Shaw, 2010. Using fishers' local knowledge to aid management at regional scales: spatial distribution of small-scale fisheries in the northern Gulf of California, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 86(2): 339-353.
- Noernberg, M. A., L. F. C. Lautert, A. D. Araújo, E. Marone, R. Angelotti, J. P. B. Netto Jr & L. A. Krug, 2006. Remote sensing and GIS integration for modelling

- the Paranaguá estuarine complex - Brazil. *Journal of Coastal Research*: 1627-1631.
- Nunes, M. U. S., G. Hallwass, & R. A. M. Silvano, 2019. Fishers' local ecological knowledge indicate migration patterns of tropical freshwater fish in an Amazonian river. *Hydrobiologia* 833(1): 197-215.
- Osorio, D., J. Terborgh, A. Alvarez, H. Ortega, R. Quispe, V. Chipollini & L. C. Davenport, 2011. Lateral migration of fish between an oxbow lake and an Amazonian headwater river. *Ecology of Freshwater Fish* 20: 619–627.
- Parizotti, T. D., A. P. Cattani, L. D. O. Santos, T. L. Ferreira & H. L. Spach, 2015. Influência das atividades de dragagem sobre a ictiofauna do Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná. *Arquivos de Ciências do Mar* 48(2): 19-31.
- Posey, D. 1992. Interpreting and applying the reality of indigenous concepts: what is necessary to learn from the natives? In: Redford K. & C. Padoch (Eds). *Conservation in Neotropical Forests: Working from Traditional Resource Use*. Columbia University Press 21-34.
- Reis, E. G., 1986. Reproduction and feeding habits of the marine catfish *Netuma barba* (Siluriformes, Ariidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, Brazil. *Atlântica* 8: 35-55.
- Ruddle, K. & F. R. Hickey, 2008. Accounting for the mismanagement of tropical nearshore fisheries. *Environment Development and Sustainability* 10: 565-589.
- Scholz, A., K. Bonzon, R. Fujita, N. Benjamin, N. Woodling, P. Black & C. Steinback, 2004. Participatory socioeconomic analysis: drawing on fishermen's knowledge for marine protected area planning in California. *Marine Policy* 28(4): 335-349.
- Selgrath, J. C., C. Roelfsema, S. E. Gergel & A. C. Vincent, 2016. Mapping for coral reef conservation: comparing the value of participatory and remote sensing approaches. *Ecosphere* 7(5): e01325.
- Silvano, R. A. M., P. F. L. MacCord & A. Begossi, 2006. When does this fish spawn? Fishermen's local knowledge of migration and reproduction of Brazilian coastal fishes. *Environmental Biology of Fishes* 76(2-4): 371-381.
- Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem (SPVS), 1992. *Plano Integrado de Conservação para a região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil*. Curitiba, Ícone computação gráfica Ltda.

- Soeth, M., L. F. Fávaro, H. L. Spach, F. A. Daros, A. E. Woltrich & A. T. Correia, 2018. Age, growth, and reproductive biology of the Atlantic spadefish *Chaetodipterus faber* in southern Brazil. *Ichthyological Research* 66(1): 1-15.
- Tesfamichael, D., T. J. Pitcher, & D. Pauly, 2014. Assessing changes in fisheries using fishers' knowledge to generate long time series of catch rates: a case study from the Red Sea. *Ecology and Society* 19(1): 18.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da biologia reprodutiva e da migração das espécies é fundamental para o embasamento de políticas públicas voltadas a gestão pesqueira. Esta tese demonstrou que os pescadores possuem um conhecimento relevante sobre aspectos reprodutivos e o comportamento migratório de diversos recursos pesqueiros, de diferentes grupos taxonômicos. O CEL, quando acessado e analisado a partir de uma abordagem quali-quantitativa, pode auxiliar na conservação e no manejo sustentável das espécies exploradas.

Portanto, recomendamos que o CEL dos pescadores, através da etnoecologia, seja reconhecido como uma fonte importante de informação sobre a biologia e ecologia dos recursos pesqueiros. Além disso, o reconhecimento do saber tradicional também implica na maior participação dos pescadores nos processos de tomada de decisão, como na formulação e aplicação de políticas públicas de manejo pesqueiro, tais como períodos de defeso e na determinação do tamanho mínimo e máximo de captura, que visam à proteção do crescimento e a reprodução das espécies exploradas. Por isso, valorizar o saber tradicional é também contribuir para que os pescadores tenham os seus direitos garantidos e a sua cultura respeitada, possibilitando que haja o empoderamento dessas comunidades humanas.

O conhecimento sobre a migração dos recursos pesqueiros é essencial para embasar iniciativas visando à manutenção dos estoques e conservação das espécies, pois geralmente os movimentos migratórios estão associados com a reprodução das espécies, ou seja, o deslocamento de uma área não reprodutiva para uma área reprodutiva. Fica evidente, com os resultados da tese, a associação entre os aspectos reprodutivos relatados no primeiro capítulo e os movimentos migratórios obtidos pelo etnomapeamento e representados no segundo capítulo, principalmente em relação a sazonalidade e os ecossistemas indicados como locais importantes para a reprodução e migração das espécies.

Através do uso de técnicas baseadas em SIG para acessar o CEL de pescadores, foi possível identificar os padrões migratórios dos recursos pesqueiros analisados e quantificar espacialmente a coesão de respostas dos participantes. As informações sobre a migração dos recursos pesqueiros geradas nesta tese, bem como as considerações metodológicas sobre a aplicação de mapeamentos

baseados em SIG para acessar o CEL de pescadores, devem ser utilizadas em futuros estudos de etnoecologia e/ou biologia e ecologia de peixes e invertebrados aquáticos. E ainda, essa abordagem pode ser aplicada para melhorar as análises de estudos de impactos ambientais de grandes empreendimentos.

REFERÊNCIAS GERAIS

- Andriguetto Filho, J. M., P. T. C. Chaves, C. Santos & S. A. Liberati, 2006. Diagnóstico da Pesca no estado do Paraná. In Pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Editora Universitária UFPA, Belém do Pará.
- Araújo, F. G. 1988. Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 5: 509-543.
- Aswani, S. & M. Lauer, 2006. Benthic mapping using local aerial photo interpretation and resident taxa inventories for designing marine protected areas. *Environmental Conservation* 33: 263–273.
- Azzurro, E., P. Moschella, & F. Maynou, 2011. Tracking signals of change in Mediterranean fish diversity based on local ecological knowledge. *PLoS One* 6: e24885.
- Begossi, A. 1998. Cultural and ecological resilience among Caiçaras of the Atlantic Forest and caboclos of the Amazon, Brazil. In: Folke, C. & F. Berkes (Eds.). *Linking social and cultural systems for resilience*. Cambridge, Cambridge University Press 129-157.
- Begossi, A. 2006. Temporal stability in fishing spots: conservation and co-management in Brazilian artisanal coastal fisheries. *Ecology & Society* 11: 5.
- Begossi, A. & R. A. M. Silvano, 2008. Ecology and ethnoecology of dusky grouper garoupa, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) along the coast of Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 4: 20.
- Berkes, F., 1999. *Sacred ecology: traditional ecological knowledge and resource management*. Taylor & Francis, Philadelphia 209 pp.
- Bernard, H. R. 1995. *Research Methods in Anthropology-Qualitative and Quantitative Approaches*. 2ªed. United States of America, Altamira Press.
- Bryan, B. J., M. L. Wildhaber, D. M. Papoulias, A. J. DeLonay, D. E. Tillitt & M. L. Annis, 2007. Estimation of gonad volume, fecundity, and reproductive stage of shovelnose sturgeon using sonography and endoscopy with application to the endangered pallid sturgeon. *Journal of Applied Ichthyology* 23(4): 411-419.
- Burrough, P. A., 1986. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford: Clarendon Press 193p.

- Chuwen, B. M., I. C. Potter, N. G. Hall, S. D. Hoeksema & L. J. B. Laurenson, 2011. Changes in catch rates and length and age at maturity, but not growth, of an estuarine plotosid (*Cnidoglanis macrocephalus*) after heavy fishing. *Fishery Bulletin* 109: 247–260.
- Close, C. H., & G. B. Hall, 2006. A GIS-based protocol for the collection and use of local knowledge in fisheries management planning. *Journal of environmental management* 78(4): 341-352.
- Daros, F. A., H. L. Spach & A. T. Correia, 2016. Habitat residency and movement patterns of *Centropomus parallelus* juveniles in a subtropical estuarine complex. *Journal of fish biology* 88(5): 1796-1810.
- Davis, A., & J. R. Wagner, 2003. Who knows? On the importance of identifying “experts” when researching local ecological knowledge. *Human ecology* 31(3): 463-489.
- de Freitas, D. M. & P. R. A. Tagliani, 2009. The use of GIS for the integration of traditional and scientific knowledge in supporting artisanal fisheries management in southern Brazil. *Journal of Environmental Management* 90(6): 2071-2080.
- de Oliveira Leis, M., R. Devillers, R. P. Medeiros & R. Chuenpagdee, 2019. Mapping fishers’ perceptions of marine conservation in Brazil: An exploratory approach. *Ocean & coastal management* 167: 32-41.
- Deegan, L. A. 1993. Nutrient and energy transport between estuaries and coastal marine ecosystems by fish migration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50(1): 74-79.
- Diegues, A. C. 1998. Environmental impact assessment: the point of view of artisanal fishermen communities in Brazil. *Ocean & Coastal Management* 39: 119-133.
- Diegues A. C. 2008. Marine protected areas and artisanal fisheries in Brazil. In *Samudra monograph. International Collective in Support of Fishworkers*.
- dos Santos, J. L., E. Severino-Rodrigues, & M. André, 2008. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da Baixada Santista, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 34(3): 375-389.
- Fávaro, L. F., F. D. A. Frehse, R. N. D. Oliveira & R. Schwarz Júnior, 2005. Reproduction of the Madamango sea catfish, *Cathorops spixii* (Agassiz)

- (Siluriformes, Ariidae), of the Pinheiros Bay, estuarine coastal area of Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 1022-1029.
- Francis, F. T., & I. M. Côté, 2018. Fish movement drives spatial and temporal patterns of nutrient provisioning on coral reef patches. *Ecosphere*, 9(5).
- Gerhardinger, L. C., E. A. Godoy & P. J. Jones, 2009. Local ecological knowledge and the management of marine protected areas in Brazil. *Ocean & Coastal Management* 52(3-4): 154-165.
- Hall, G. B., & C. H. Close, 2007. Local knowledge assessment for a small-scale fishery using geographic information systems. *Fisheries Research* 83(1): 11-22.
- Hallwass, G., A. Schiavetti & R. A. M. Silvano, 2020. Fishers' knowledge indicates temporal changes in composition and abundance of fishing resources in Amazon protected areas. *Animal Conservation* 23(1): 36-47.
- Hallwass, G., P. F. Lopes, A. A. Juras, & R. A. M. Silvano, 2013. Fishers' knowledge identifies environmental changes and fish abundance trends in impounded tropical rivers. *Ecological Applications* 23(2): 392-407.
- Hamilton, R. J., M. Giningele, S. Aswani & J. L. Ecochard, 2012. Fishing in the dark- local knowledge, night spearfishing and spawning aggregations in the Western Solomon Islands. *Biological Conservation* 145: 246–257.
- Hanazaki, N., 2015. "Why are we so attached to the “ethno” prefix in Brazil?." *Scientometrics* 103.2: 545-554.
- Herbst, D. F & N. Hanazaki, 2014. Local ecological knowledge of fishers about the life cycle and temporal patterns in the migration of mullet (*Mugil liza*) in Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 12(4): 879-890.
- Hixon, M. A., D. W. Johnson & S. M. Sogard 2013. BOFFFFs: on the importance of conserving old-growth age structure in fishery populations. *ICES Journal of Marine Science* 71(8): 2171-2185.
- Huntington, H. P. 2000. Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications. *Ecological applications* 10: 1270-1274.
- Huntington, H. P., R. S. Suydam & D. H. Rosemberg, 2004. Traditional knowledge and satellite tracking as complementary approaches to ecological understanding. *Environmental Conservation* 31: 177-180.
- Johannes, R. E., M. M. Freeman & R. J. Hamilton, 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 1: 257-271.

- Lana, P. C., E. Marone, R. M. Lopes & E. D. C. Machado, 2001. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In Coastal marine ecosystems of Latin America. Springer, Berlin, Heidelberg: 131-145.
- Le fur, J., A. Guilavogui & A. Teitelbaum, 2011. Contribution of local fishermen to improving knowledge of the marine ecosystem and resources in the Republic of Guinea, West Africa. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 68:1454-1469.
- Leite, M. C., & M. A. Gasalla, 2013. A method for assessing fishers' ecological knowledge as a practical tool for ecosystem-based fisheries management: Seeking consensus in Southeastern Brazil. Fisheries Research 145: 43-53.
- Léopold, M., N. Guillemot, D. Rocklin & C. Chen, 2014. A framework for mapping small-scale coastal fisheries using fishers' knowledge. ICES Journal of Marine Science 71(7): 1781-1792.
- Machado, I. F., L. F. C. Dumont & F. D'Incao, 2009. Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti*—Decapoda, Penaeidae) in southern Brazil. Atlântica 31: 169-175.
- Martins, M. F., A. F. Pasquino, & O. B. F. Gadig, 2018. Reproductive biology of the Brazilian guitarfish, *Pseudobatos horkelii* (Müller & Henle, 1841) from southeastern Brazil, western South Atlantic. Journal of Applied Ichthyology 34: 646-652.
- Mendonça, J. T., A. C. M. Lucena, L. D. Muehlmann, & R. P. Medeiros, 2017. Fisheries Socioeconomics on the Coast of the State of Paraná (Brazil) for the Period from 2005 to 2015. Desenvolvimento e Meio Ambiente 41: 140-157..
- Miranda, L. B., B. M. Castro & B. Kjerfve, 2002. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. Edusp 42: 471.
- Moreno-Báez, M., B. J. Orr, R. Cudney-Bueno & W. W. Shaw, 2010. Using fishers' local knowledge to aid management at regional scales: spatial distribution of small-scale fisheries in the northern Gulf of California, Mexico. Bulletin of Marine Science 86(2): 339-353.
- Noernberg, M. A., L. F. C. Lautert, A. D. Araújo, E. Marone, R. Angelotti, J. P. B. Netto Jr & L. A. Krug, 2006. Remote sensing and GIS integration for modelling the Paranaguá estuarine complex - Brazil. Journal of Coastal Research: 1627-1631.

- Nogueira, A. B. 2009. Biologia de *Centropomus parallelus* Poey, 1860 no sistema Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.
- Nunes, M. U. S., G. Hallwass, & R. A. M. Silvano, 2019. Fishers' local ecological knowledge indicate migration patterns of tropical freshwater fish in an Amazonian river. *Hydrobiologia* 833: 197-215.
- Osorio, D., J. Terborgh, A. Alvarez, H. Ortega, R. Quispe, V. Chipollini & L. C. Davenport, 2011. Lateral migration of fish between an oxbow lake and an Amazonian headwater river. *Ecology of Freshwater Fish* 20: 619–627.
- Parizotti, T. D., A. P. Cattani, L. D. O. Santos, T. L. Ferreira & H. L. Spach, 2015. Influência das atividades de dragagem sobre a ictiofauna do Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná. *Arquivos de Ciências do Mar* 48(2): 19-31.
- Posey, D. 1992. Interpreting and applying the reality of indigenous concepts: what is necessary to learn from the natives? In: Redford K. & C. Padoch (Eds). *Conservation in Neotropical Forests: Working from Traditional Resource Use*. Columbia University Press 21-34.
- Possatto, F. E., M. K. Broadhurst, C. A. Gray, H. L. Spach, & M. R. Lamour, 2017. Spatiotemporal variation among demersal ichthyofauna in a subtropical estuary bordering World Heritage-listed and marine protected areas: implications for resource management. *Marine and Freshwater Research* 68: 703-717.
- R Development Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Viena, Austria. <http://www.R-project.org>. Accessed 01 February 2019
- Reis, E. G., 1986. Reproduction and feeding habits of the marine catfish *Netuma barba* (Siluriformes, Ariidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, Brazil. *Atlântica* 8: 35-55.
- Rocha, F., 2010. Biologia reprodutiva da raia-viola *Rhinobatos percellens* Walbaum, 1792 (Chondrichthyes, Rhinobatidae), da plataforma continental de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista.
- Rodrigues, P. P., 2005. Aspectos reprodutivos do robalo peba, *Centropomus parallelus*, na foz do rio doce, Linhares/ES. Monografia, Universidade Federal do Espírito Santo.

- Ruddle, K. & F. R. Hickey, 2008. Accounting for the mismanagement of tropical nearshore fisheries. *Environment Development and Sustainability* 10: 565-589.
- Sadovy de Mitcheson Y, A. Cornish, M. Domeier, P. L. Colin, M. Russell, K. C. Lindeman, 2008 A global baseline for spawning aggregations of reef fishes. *Conservation Biology* 22: 1233–1244.
- Santos, J. L., E. Severino-Rodrigues, & M. André, 2008. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da Baixada Santista, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 34: 375-389.
- Scholz, A., K. Bonzon, R. Fujita, N. Benjamin, N. Woodling, P. Black & C. Steinback, 2004. Participatory socioeconomic analysis: drawing on fishermen's knowledge for marine protected area planning in California. *Marine Policy* 28(4): 335-349.
- Selgrath, J. C., C. Roelfsema, S. E. Gergel & A. C. Vincent, 2016. Mapping for coral reef conservation: comparing the value of participatory and remote sensing approaches. *Ecosphere* 7(5): e01325.
- Silvano, R. A. & A. Begossi, 2002. Ethnoichthyology and fish conservation in the Piracicaba River (Brazil). *Journal of ethnobiology* 22: 285-306.
- Silvano R. A. M. & A. Begossi, 2012. Fishermen's local ecological knowledge on Southeastern Brazilian coastal fishes: contributions to research, conservation, and management. *Neotropical Ichthyology* 10: 133-147.
- Silvano, R. A. M., P. F. L. MacCord & A. Begossi, 2006. When does this fish spawn? Fishermen's local knowledge of migration and reproduction of Brazilian coastal fishes. *Environmental Biology of Fishes* 76(2-4): 371-381.
- Soeth, M., L. F. Fávaro, H. L. Spach, F. A. Daros, A. E. Woltrich & A. T. Correia, 2018. Age, growth, and reproductive biology of the Atlantic spadefish *Chaetodipterus faber* in southern Brazil. *Ichthyological Research* 66(1): 1-15.
- SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem), 1992. Plano Integrado de Conservação para a região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. Curitiba, Ícone computação gráfica Ltda.
- Tesfamichael, D., T. J. Pitcher, & D. Pauly, 2014. Assessing changes in fisheries using fishers' knowledge to generate long time series of catch rates: a case study from the Red Sea. *Ecology and Society* 19: 18.
- Valbo-Jorgensen, J. & A. F. Poulsen, 2000. Using local knowledge as a research tool in the study of river fish biology: experiences from Mekong. *Environment, Development and Sustainability* 2: 253-276.

ANEXOS

Anexo I: Material suplementar (MS) sobre a área de estudo.

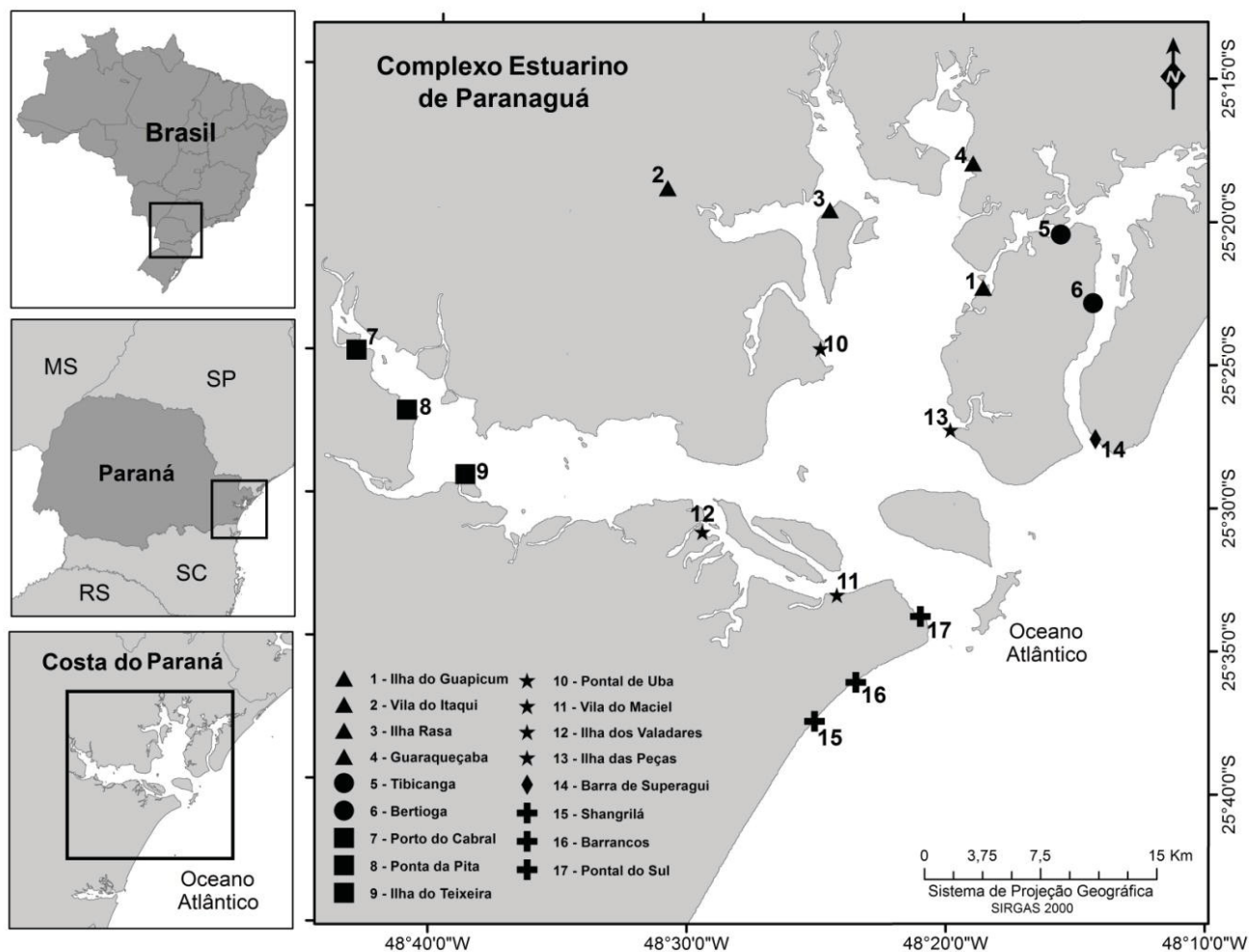


Figura MS1. Mapa da área de estudo com a localização e o nome das comunidades de pescadores que participaram das entrevistas sobre a reprodução e migração dos recursos pesqueiros.

Anexo II: Formulário (questionário) guia para as entrevistas com pescadores artesanais realizadas durante o projeto de pesquisa desta tese.

FORMULÁRIO DE ENTREVISTA COM PESCADORES - LITORAL DO PARANÁ

Entrevistador:

Data:

Parte I – Atributos Gerais

a) Local/comunidade: _____

b) Nome do entrevistado: _____

c) Idade:

d) Gênero: () M () F () NB

e) Tempo que mora no local:

f) Escolaridade:

g) Principal atividade econômica:

h) Possui outras atividades? Quais:

i) Família e/ou camaradas atuam na pesca ou não? Se sim, como atuam?

j) Costuma eviscerar (limpar) o pescado ou não?

Parte II – Histórico e atividade de pesca

a) Frequência de pesca: () todo dia; () 3 ou + vzs/semana; () 1 ou 2 vzs/semana

() 1 vez/15 dias () 1 vez mês.

b) Quando começou a pescar? Com quem?

c) Atualmente você pesca com que tipo de petrecho (artes de pesca)?

Parte III – Espécies pescadas e sazonalidade

- a) Recursos pesqueiros mais capturados atualmente? Petrecho, local e sazonalidade (tabela a seguir):

Após ouvir as respostas, mostrar fotos e realizar a validação das espécies alvo .

| RECURSO | PETRECHO | HABITAT | SAZONALIDADE *marcar só o período que mais captura! | | | | | | | | | | | |
|---------|----------|---------|---|---|---|--------|---|---|---------|---|---|-----------|---|---|
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |

*camarão-branco, robalos flecha e peva, bagre-branco, paru e raia-viola.

IV) Reprodução das espécies

- a) Tamanho mínimo de maturação das gônadas para a maioria da população (L50 fek em cm) e período reprodutivo (sazonalidade) dos recursos pesqueiros:

| Recurso | Tamanho mínimo | Habitat | Sazonalidade | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|---------|--------------|---|---|--------|---|---|---------|---|---|-----------|---|---|
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |

*camarão-branco, robalos flecha e peva, bagre-branco, paru e raia-viola.

b) O peixe vem para a região e/ou sai (migração) ou não? De onde vêm? Para onde vão?
Quando? Por que (R=reprodução; A=alimentação; P=proteção)? (Mostrar os mapas)

| RECURSO | MIGRA de onde P/ ONDE | POR QUE? | SAZONALIDADE * marcar quando ele "vai p/ seu destino" 1 ou quando "volta" 2... | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|----------|---|---|---|--------|---|---|---------|---|---|-----------|---|---|
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | | | Verão | | | Outono | | | Inverno | | | Primavera | | |
| | | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |

*camarão-branco, robalos-flecha e peva, bagre-branco, paru e viola.

c) Sabe diferenciar machos e fêmeas (espécies-alvo) ou não? Observou algum cuidado com ovos ou filhotes ou não? Outros aspectos da reprodução:

Observações e comentários:

Anexo III: Fotos dos recursos pesqueiros alvo do estudo e que foram utilizadas na identificação ao nível de espécie, a partir dos nomes populares e da indicação dos pescadores participantes.



Figura MS2. Foto de *Genidens barbus*, na localidade do estuário de Cananéia, litoral sul do São Paulo, em 02/10/2010. Imagem extraída do site www.fishbase.org.



Figura MS3. Foto de *Centropomus parallelus*, na localidade de Santos, litoral de São Paulo, maio de 2011. Extraído do site www.fishbase.org.



Figura MS4. Foto de *Centropomus undecimalis* registrada para o Brasil, na data de 08/10/2000. Imagem extraída do site www.fishbase.org.



Figura MS5. Foto de *Chatedipterus faber*, tomada em Pontal do Paraná e concedida pelo Dr. Marcelo Soeth.



Figura MS6. Foto de *Pseudobatos percellens*, extraída do site www.fishbase.org.



Figura MS7. Foto de *Litopenaeus schmitti* capturado em 2017 por pescadores artesanais da área de estudo, em Pontal do Paraná. Fotografia do autor da tese.

Anexo IV: Tabela MS1. Conhecimento ecológico de pescadores (CEL) sobre a reprodução (esteve apto ou não para responder) e o número de participantes que usualmente pratica ou não a evisceração do pescado.

| Espécies | CEL | Eviscera | Não eviscera |
|-------------------------------|-----|----------|--------------|
| <i>Genidens barbus</i> | Sim | 79 | 10 |
| | Não | 1 | 5 |
| <i>Centropomus parallelus</i> | Sim | 52 | 12 |
| | Não | 9 | 6 |
| <i>Chaetodipterus faber</i> | Sim | 30 | 5 |
| | Não | 16 | 8 |
| <i>Pseudobatos</i> sp. | Sim | 32 | 2 |
| | Não | 3 | 5 |
| <i>Litopenaeus schmitti</i> | Sim | 49 | 5 |
| | Não | 42 | 21 |

Anexo V: Exemplos de mapas utilizados durante o etnomapeamento, com diferentes escalas, adaptados a cada zona específica de localização das comunidades de pescadores artesanais de cada.



Figura MS8. Mapa das baías de Antonina e Paranaguá confeccionado em grande escala (1:125.000), exemplo de imagem utilizada no etnomapeamento individual realizado com pescadores, para as comunidades localizadas no interior do Complexo Estuarino de Paranaguá



Figura MS9. Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá e zona costeira adjacente, confeccionado em pequena escala (1:385.000), exemplo de imagem digitalizada do etnomapeamento individual realizado com pescadores, para as comunidades localizadas na zona costeira.